



TUGAS AKHIR SS141501

ANALISIS KUALITAS PROSES PRODUKSI PEMBUATAN RANGKA *FRAME* JENIS *ALLOY* DI PT. INSERA SENA

IVAN DIAN PRATAMA
NRP 1312 106 003

Dosen Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti, MT.

Program Studi S1 Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR SS141501

ANALISIS KUALITAS PROSES PRODUKSI PEMBUATAN RANGKA *FRAME* JENIS *ALLOY* DI PT. INSERA SENA

**IVAN DIAN PRATAMA
NRP 1312 106 003**

**Dosen Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti, MT.**

**Program Studi S1 Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



TUGAS AKHIR SS141501

QUALITY ANALYSIS PRODUCTION PROCESS OF MAKING THE FRAMEWORK OF ALLOY FRAME IN PT. INSERA SENA

**IVAN DIAN PRATAMA
NRP 1312 106 003**

**Lectur Advisor
Dra. Lucia Aridinanti, MT.**

**DEPARTMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics and Natural Science
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KUALITAS PROSES PRODUKSI
PEMBUATAN RANGKA *FRAME* JENIS *ALLOY* DI
PT. INSERA SENA.

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana
pada

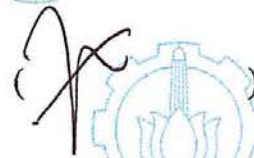
Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

IVAN DIAN PRATAMA
NRP. 1312106 003

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dra. Lucia Aridinanti, MT
NIP.1910131 198701 2 001



Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

Dr. Muhammad Mashuri, MT
NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, JULI 2015

ANALISIS KUALITAS PROSES PRODUKSI PEMBUATAN RANGKA *FRAME* JENIS *ALLOY* DI PT. INSERA SENA

Nama : Ivan Dian Pratama
NRP : 1312 106 003
Jurusan : Statistika FMIPA ITS
Pembimbing : Dra. Lucia Aridinanti, MT

ABSTRAK

PT Insera Sena, memproduksi rangka *Frame* dengan material dasar yang utama adalah berasal dari Pipa dengan jenis *Alloy* dan *Steel*. Bahan rangka *Frame* jenis pipa *Alloy* merupakan bahan pipa campuran antara Aluminium, titanium dan Serat Karbonat, sehingga Pipa *Alloy* ini sangatlah ringan serta kuat. Permasalahan proses *Incomming* adalah konsistensi kualitas pada pipa jenis *Alloy* yang diukur berdasarkan beratnya. Sedangkan permasalahan diproduksi pengelasan dan penyusunan rangka *frame* jenis *Alloy* adalah tingkat kapabilitas proses pada periode produksi bulan Agustus dan September 2014. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui konsistensi variabel berat pipa jenis *Alloy* pada proses *Incomming* dan menganalisis kapabilitas pada proses produksi pengelasan dan penyusunan rangka *frame* jenis *Alloy* bulan Agustus dan September 2014. Metode yang digunakan di proses *Incomming* adalah Rancangan Bloka Acak Lengkap, sedangkan pada proses produksi pengelasan dan penyusunan rangka *frame* digunakan peta kendali U. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses *incoming* pipa jenis *Alloy* bulan Juli dan September 2014 tidak konsisten, sehingga perlu dilakukan evaluasi pada pemasok pipa. Tidak terjadi penurunan rata-rata yang signifikan pada periode produksi pengelasan dan penyusunan rangka *frame* (*welding*) jenis alloy antara bulan Agustus dan September 2014 , sehingga peta kendali bulan Agustus dapat digunakan pada bulan September 2014, namun tidak kapabel karena indek kapabilitas kurang

dari satu ($\hat{p}_{pk}^{\%} = 0,23$), dan jenis kecacatan terbanyak pada jenis cacat *Dent* (pesok), dan factor-faktor penyebab kecacatan terjadi oleh mesin dan manusia.

Kata-kata Kunci : *Anova, frame alloy, Peta Kendali U, kapabilitas proses*

(Halaman sengaja dikosongkan)

QUALITY ANALYSIS PRODUCTION PROCESS OF MAKING THE FRAMEWORK OF ALLOY FRAME IN PT. INSERA SENA

Name : Ivan Dian Pratama
NRP : 1312 106003
Departement : Statistics FMIPA ITS
Supervisor : Lucia Aridinanti, MT

ABSTRACT

PT Insera Sena, producing frame Frame with a primary base material is derived from the type of Alloy Pipe and Steel. Material housing Alloy Frame type pipe is the pipe material mixture of aluminum, titanium and fiber Carbonate, thus Alloy Pipe is extremely lightweight and strong. Incoming process problems is the consistency of the quality of the pipe types Alloy measured by weight. While the problems produced welding and drafting frame Alloy frame types is the level of process capability in the production period in August and September 2014. The purpose of this study to determine the consistency of heavy variable type pipe Alloy Incoming process and analyze capability in welding production process and the preparation of the framework of frame types Alloy In August and September 2014. The method used in the process Bloka Incoming is completely randomized design, while the welding production process and the preparation of order frames used map control U. The analysis showed that the type of incoming pipes Alloy July and September 2014 was inconsistent, so need to be evaluated on the pipe supplier. Not the average decline significantly during the period of welding production and preparation of order frame (welding) the type of alloy between the months of August and September 2014, so that the map control in August can be used in September 2014, but is not capable because of the capability index is less than one ($\hat{p}_{pk} = 0.23$), and the type of disability the highest on the type of defect Dent (dented), and the factors causing the disability occurs by machines and humans.

Keywords : Anova, U Control Chart, Frame Alloy, Capability Process

(Halaman sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Kualitas Proses Produksi pembuatan Rangka *Frame* jenis Alloy di PT. Inera Sena**” sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Studi Sarjana di Jurusan Statistika FMIPA ITS. Dalam penyelesaian tugas akhir ini banyak pihak yang terlibat baik berupa bimbingan, dukungan, dan bantuan. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, nasehat dan arahnya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT, selaku Ketua Jurusan Statistika FMIPA ITS Surabaya.
3. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT, selaku Ketua Program Studi Sarjana Jurusan Statistika FMIPA ITS Surabaya.
4. Ibu Santi Puteri, selaku dosen wali atas segala bantuan dan bimbingan selama masa perkuliahan.
5. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT dan Ibu Diaz Fitra Aksioma, S.Si. M.Si, selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran serta nasehat yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Statistika yang telah banyak membantu penulis selama perkuliahan.
7. Kedua orang tuaku dan adikku yang tersayang atas segala doa, bimbingan, bantuan, motivasi dan kasih sayang yang tak pernah surut dalam menemani setiap langkahku.
8. Semua keluarga besar, atas doa dan motivasi yang telah diberikan selama ini.

9. Argita Chintya Devi N. yang selalu mendampingi dan memotivasi selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Semua teman-teman S1-Lintas Jalur Statistika 2012, yang telah membantu dan berjuang bersama-sama dalam Tugas Akhir ini.
11. Seluruh rekan-rekan Statistika ITS dan semua pihak tanpa terkecuali, atas kebersamaannya, bantuan, semangat serta doanya dalam pelaksanaan dan pembuatan laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, maka saran dan kritik yang membangun demi perbaikan selanjutnya sangat diharapkan. Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, dalam bidang pendidikan, ilmu pengetahuan dan dunia industri.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Permasalahan	2
1.3	Tujuan	2
1.4	Manfaat	3
1.5	Batasan Masalah	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Statistika Deskriptif	5
2.2	Rancangan Blok Acak Lengkap (RBAL)	5
2.2.1	Analisis varians (ANOVA)	6
2.2.2	Pemeriksaan Asumsi Residual IIDN	9
2.3	Pengendalian Kualitas Statistika	11
2.3.1	Peta Kendali Atribut Univariate	12
2.3.2	Peta Kendali U	12
2.3.3	Uji pergeseran proses produksi	14
2.3.4	Kapabilitas Proses	14
2.3.5	Diagram Pareto	16
2.3.6	Diagram Sebab Akibat	17
2.3.7	Proses Operasi	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Teknik Pengambilan data	21
3.2	Variabel Penelitian	21
3.3	Langkah Analisis	26
3.4	<i>Flow Chart</i> Langkah Penelitian	27

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisis dan Pembahasan proses <i>Incomming</i> (O.1)	29
4.1.1	Deskripsi Proses <i>Incomming</i>	29
4.1.2	Pengujian Anova 2 arah	30
4.1.2.1	Uji Residual Identik	30
4.1.2.2	Uji Residual Independen	31
4.1.2.3	Uji Residual Berdistribusi Normal	32
4.2	Analisis kapabilitas di proses (<i>Welding</i>) O.14	33
4.2.1	Deskripsi di O.14	34
4.2.2	Analisis kapabilitas proses	35
4.2.2.1	Analisis kapabilitas proses Agustus'14	35
4.1.2.1	Analisis kapabilitas proses Sept'14	42
4.2.3	Pengujian Pergeseran proses produksi O.14 ...	48
4.2.4	Kapabilitas proses	50
4.2.5	Diagram Pareto	52

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	56

DAFTAR PUSTAKA	57
-----------------------------	----

LAMPIRAN	59
-----------------------	----

BIODATA PENULIS	73
------------------------------	----

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Struktur Data RBAL 7
Tabel 2.2	Struktur tabel Anova 8
Tabel 2.3	Struktur Data Peta kendali U 13
Tabel 3.1	Struktur data <i>Incomming</i> 22
Tabel 3.2	Struktur data peta kendali U 23
Tabel 4.1	Statistika Deskriptif Berat Pipa Bulan Juli dan September 2013 30
Tabel 4.2	Hasil pengujian residual identik 31
Tabel 4.3	Hasil pengujian residual independen 31
Tabel 4.4	Uji Anova 2 arah 33
Tabel 4.5	Deskriptif jumlah cacat bulan Agustus dan September berdasarkan kategori cacat 34
Tabel 4.6	Hasil kapabilitas proses 52

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Diagram Pareto 17
Gambar 2.2	Diagram Sebab akibat 17
Gambar 2.3	Alur Proses Operasi produksi rangka <i>frame</i> jenis <i>alloy</i> 19
Gambar 3.1	Variabel kecacatan keseluruhan 25
Gambar 3.2	Diagram alir proses penelitian pengelasan dan penyusunan rangka <i>frame</i> (<i>welding</i>) 28
Gambar 4.1	Peta Kendali U bulan Agustus 2014 35
Gambar 4.2	Diagram Sebab akibat pada bulan Agustus 2014 37
Gambar 4.3	Peta Kendali U bulan Agustus 2014 yang telah terkendali 38
Gambar 4.4	Peta Kendali U bulan Agustus 2014 berdasarkan pendekatan N rata-rata 39
Gambar 4.5	Peta Kendali U bulan Agustus 2014 berdasarkan N rata-rata perbaikan tahap pertama..... 40
Gambar 4.6	Peta Kendali U bulan Agustus 2014 berdasarkan N rata-rata yang telah diperbaiki.....41
Gambar 4.7	Peta Kendali U bulan September 2014 42
Gambar 4.8	Diagram Sebab akibat bulan September 44
Gambar 4.9	Peta Kendali U bulan September 2014 yang telah dipebaiki 45
Gambar 4.10	Peta Kendali U bulan September 2014 berdasarkan N rata-rata 46
Gambar 4.11	Peta Kendali U bulan September 2014 berdasarkan N rata-rata yang telah terkendali..... 47
Gambar 4.12	Diagram Pareto berdasarkan jumlah cacat bulan Agustus 2014 53

Gambar 4.13 Diagram Pareto berdasarkan jumlah cacat bulan
September 2014 54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A	Data <i>Incomming</i> untuk pengolahan Anova (RBAL) 59
LAMPIRAN B	Output minitab deskriptif data <i>Incomming</i> (berap pipa) 60
LAMPIRAN C	Output SPSS dan Manual Pengujian Asumsi Residual IIDN..... 60
LAMPIRAN D	Output minitab untuk Anova 64
LAMPIRAN E	Peta U manual Bulan Agustus 2014 65
LAMPIRAN F	Peta U manual Bulan September 2014 68

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini sepeda sudah menjadi gaya hidup masyarakat modern di seluruh dunia. Hampir setiap aktivitas yang dilakukan masyarakat dapat dilakukan dengan menggunakan sepeda angin. Sarana transportasi menjadi salah satu bentuk olahraga yang banyak digemari masyarakat sehingga banyak membentuk komunitas hoby bersepeda. Misal saja sepeda gunung, ada yang didesain khusus untuk turun gunung (down hill) untuk naik dan turun gunung, serta cross country. Model dan spesifikasinya pun berbeda-beda, bahkan kerangkanya tidak hanya terbuat dari besi atau campuran baja seperti zaman dahulu. Sekarang kerangka sepeda berasal dari bahan-bahan seperti titanium, alumunium dan serat karbonat.

PT Insera Sena, adalah salah satu perusahaan sepeda lokal yang mengeluarkan merek terkenal di Indonesia yaitu polygon yang telah menjadi pionir sepeda di Indonesia. Rangka *frame* merupakan material utama pembuatan sepeda angin, dimana rangka *frame* tersebut diproduksi sendiri oleh perusahaan. PT. Insera Sena memproduksi rangka *Frame* dengan material dasar yang utama adalah berasal dari Pipa dengan jenis *Alloy* dan *Steel*. Bahan rangka *Frame* jenis pipa *Alloy* merupakan bahan pipa campuran antara Alumunium, titanium dan Serat Karbonat, sehingga Pipa *Alloy* ini sangatlah ringan serta kuat sebagai bahan utama pembuatan rangka *Frame* untuk pembuatan sepedah angin. Maka dari itu bahan dengan pipa jenis *Alloy* lebih banyak diproduksi sesuai dengan permintaan pelanggan yang terdiri dari Dealer resmi Pollygon (*Rodalink*), dealer non resmi Pollygon dan Pabrikan sepeda di luar negeri.

Untuk menjaga kestabilan produksi, perusahaan menginginkan hasil produksi dengan kemungkinan prosentase cacat minimum yang sedikit pada setiap proses produksi. Namun yang menjadi fokus utama untuk meminimumkan cacat itu pada Proses Tahap

awal atau perusahaan menyebut dengan Proses *Welding*. Proses ini merupakan proses awal dimana dari *Incomming* (kedatangan bahan material) Pipa dipotong sesuai ukuran yang telah distandarisasi lalu masuk proses yang dinamakan Proses Pengelasan dan Penyusunan Rangka *Frame* (*Welding*). Proses ini sangatlah vital bagi perusahaan, sebab jika proses ini banyak di indikasi cacat akan berdampak pada proses produksi setelahnya.

Selama ini alat statistik yang digunakan oleh divisi *Quality Control* proses *Welding* PT. Inera Sena hanya statistika deskriptif. Pada penelitian sebelumnya, pernah dilakukan pengujian pergeseran proses produksi dan analisis kapabilitas proses di PT. Oriental menggunakan peta kendali U dan analisis kapabilitas proses oleh (Hardana, 2014), diperoleh hasil bahwa tidak terjadi penurunan rata-rata yang signifikan pada bulan April dan Juni, Sehingga peta kendali pada bulan April dapat digunakan pada bulan Juni, dari hasil analisis kapabilitas proses dapat disimpulkan pada bulan April 2013 dan Juni 2013 tidak kapabel karena nilai $P_{pk}^{\%}=(0,7023)<1$ dan $P_{pk}^{\%}=(0,6736)<1$.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang sering terjadi di PT. Inera Sena pada proses *Incomming* adalah konsistensi kualitas pada pipa jenis *Alloy* yang diukur berdasarkan beratnya. Sedangkan permasalahan di bagian produksi pengelasan dan penyusunan rangka *frame* jenis *Alloy* belum dilakukan analisis kapabilitas proses pada periode produksi bulan Agustus dan September 2014. Dengan demikian permasalahannya adalah bagaimana konsistensi proses *Incomming* bulan Juli dan September 2014 terhadap berat pipa jenis *Alloy*? Bagaimana kapabilitas proses produksi bulan Agustus dan September 2014 pada proses Pengelasan dan Penyusunan Rangka *Frame* (*Welding*) jenis *Alloy*?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui konsistensi proses *Incomming* bulan Juli dan September 2014 terhadap berat pipa jenis *Alloy* PT. Insera Sena.
2. Menganalisis kapabilitas proses produksi bulan Agustus dan September 2014 pada Proses Pengelasan dan Penyusunan Rangka *Frame* (*Welding*) jenis *Alloy* di PT. Insera Sena.

1.4 Manfaat

Dari hasil penelitian ini, manfaat yang akan didapatkan adalah:

1. Adanya pengaruh atau tidak pada *Incomming* (kedatangan) bulan Juli 2014 dan September 2014 dapat diberikan kepada perusahaan untuk bahan evaluasi vendor tersebut layak atau tidaknya tetap mensuplai material di PT. Insera Sena.
2. Pada proses pengendalian kualitas, akan dihasilkan pada saat proses produksi pengelasan dan penyusunan rangka *frame* jenis pipa *Alloy* bulan Agustus 2014 dan September 2014 kapabel atau tidak dan terjadi pergeseran proses produksi atau tidak, sehingga dapat diketahui juga faktor yang mempengaruhi proses tersebut tidak terkendali pada proses produksi (*welding*) di PT. Insera Sena akan dilakukan perbaikan pada titik proses yang menjadi penyebab utama tidak terkendali tersebut, sehingga proses selanjutnya dapat terkendali.

1.5 Batasan Masalah

Batasan penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah penelitian ini dilakukan pada proses *Incoming Quality Control (IQC)* pada bulan Juli dan September 2014, karena merupakan kedatangan material pipa yang paling akhir. Serta dilakukan juga penelitian pada proses Pengelasan dan Penyusunan Rangka *Frame* (*Welding*) jenis *Alloy* di PT. Insera

Sena pada periode produksi bulan Agustus dan September 2014, karena pada bulan tersebut proses produksi telah dilakukan dan identifikasi cacat telah dilakukan pendataan oleh Divisi *Quality Control* PT. Inera Sena.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna (Walpole, 1995). Statistika deskriptif umumnya berupa penyajian data dalam suatu tabel, pembuatan grafik, dan perhitungan tentang ukuran pemusatan dan penyebaran (Bhattacharyya, 1977). Statistika deskriptif yang digunakan pada penelitian ini adalah rata-rata, varians, minimum, dan maksimum. Rata-rata adalah suatu nilai yang menggambarkan pemusatan data, varians adalah suatu nilai yang menggambarkan penyebaran data, minimum adalah nilai terkecil dari sekumpulan data, dan maksimum adalah nilai terbesar dari sekumpulan data.

Statistik deskriptif hanya berhubungan dengan hal menguraikan atau memberikan keterangan-keterangan mengenai suatu data atau keadaan atau fenomena. Dapat dikatakan statistik deskriptif berfungsi menerangkan keadaan, gejala atau persoalan.

2.2 Rancangan Blok Acak Lengkap (RBAL)

Rancangan Blok Acak Lengkap merupakan salah satu bentuk rancangan yang telah digunakan secara meluas dalam berbagai bidang, tetapi bisa digunakan untuk menyelidiki apakah adanya perbedaan 2 populasi. Bidang ini dicirikan oleh adanya kelompok dalam jumlah yang sama, dimana setiap kelompok dikenakan perlakuan-perlakuan. Melalui pengelompokan yang tepat atau efektif, maka rancangan ini dapat mengurangi galat percobaan. Disamping itu rancangan ini juga fleksibel dan sederhana. Dengan demikian proses pengelompokan adalah membuat keragaman dalam kelompok menjadi sekecil mungkin dan keragaman antar kelompok menjadi sebesar mungkin. Suatu pengelompokan yang tepat akan meningkatkan perbedaan diantara kelompok-kelompok sementara akan meninggalkan satuan percobaan di dalam kelompok homogen. Model linier untuk RBAL adalah sebagai berikut (Montgomery, 2005)

$$y_{ijk} = \mu + a_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk} \quad (2.1)$$

Keterangan :

y_{ijk} = Nilai pengamatan pada percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij (taraf ke-I dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B).

Dimana,

$i = 1, 2, \dots, a$; $j = 1, 2, \dots, b$; $k = 1, 2, \dots, n$

μ = Rata-rata yang sesungguhnya

a_i = Pengaruh perlakuan ke-i,

β_j = Pengaruh kelompok ke-j,

ε_{ijk} = Pengaruh galat percobaan pada kelompok ke-j yang memperoleh perlakuan ke-i.

Asumsi : $\varepsilon_{ijk} \sim IIDN(0, \sigma^2)$

$$\sum_{i=1}^r a_i = \sum_{j=1}^c \beta_j = 0 \quad (2.2)$$

Struktur data untuk Rancangan Blok Acak Lengkap ditunjukkan pada tabel 2.1.

2.2.1 Pengujian Hipotesis dengan Analisis Varians Dua Arah

Pengujian hipotesis pada rancangan blok acak lengkap adalah suatu prosedur statistik yang menggunakan penyelesaian analisis varians dua arah untuk mendukung kebenaran hipotesis. Langkah awal untuk pengujian hipotesis adalah menentukan hipotesis sebagai berikut :

H_0 : $\mu_1 = \mu_2$ (tidak adanya perbedaan rata-rata antar kelompok)

H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$ (adanya perbedaan rata-rata antar kelompok)

Tabel 2.1 Struktur data RBAL

Faktor A (i)	Faktor B (j)	Perlakuan (k)						Total ($x_{i.}$)	Rata-Rata ($\bar{x}_{i.}$)
		1	2	...	k	..	n		
1	1	x_{111}	x_{112}		x_{11k}	..	x_{11n}	$x_{11.}$	$\bar{x}_{11.}$
	2	x_{121}	x_{122}		x_{12k}	..	x_{12n}	$x_{12.}$	$\bar{x}_{12.}$

	j	x_{1j1}	x_{1j2}		x_{1jk}	..	x_{1jn}	$x_{1j.}$	$\bar{x}_{1j.}$

	b	x_{1b1}	x_{1b2}		x_{1bk}	..	x_{1bn}	$x_{1b.}$	$\bar{x}_{1b.}$
2	1	x_{211}	x_{212}		x_{21k}	..	x_{21n}	$x_{21.}$	$\bar{x}_{21.}$
	2	x_{221}	x_{222}		x_{22k}	..	x_{22n}	$x_{22.}$	$\bar{x}_{22.}$

	j	x_{2j1}	x_{2j2}		x_{2jk}	..	x_{2jn}	$x_{2j.}$	$\bar{x}_{2j.}$

	b	x_{2b1}	x_{2b2}		x_{2bk}	..	x_{2bn}	$x_{2b.}$	$\bar{x}_{2b.}$
...
i	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..
a	1	x_{a11}	x_{a12}		x_{a1k}	..	x_{a1n}	$x_{a1.}$	$\bar{x}_{a1.}$
	2	x_{a21}	x_{a22}		x_{a2k}	..	x_{a2n}	$x_{a2.}$	$\bar{x}_{a2.}$

	j	x_{aj1}	x_{aj2}		x_{ajk}	..	x_{ajn}	$x_{aj.}$	$\bar{x}_{aj.}$

	b	x_{ab1}	x_{ab2}		x_{abk}	..	x_{abn}	$x_{ab.}$	$\bar{x}_{ab.}$
Total ($x_{.j}$)		$x_{.1}$	$x_{.2}$	..	$x_{.k}$	..	$x_{.n}$		
Rata-rata ($\bar{x}_{.j}$)		$\bar{x}_{.1}$	$\bar{x}_{.2}$	..	$\bar{x}_{.k}$	..	$\bar{x}_{.n}$		\bar{x}_{ijk}

Berikut ini perhitungan untuk jumlah kuadrat yang akan digunakan untuk pengelompokan pada data pengamatan dengan menggunakan ANOVA, sehingga keragaman data yang ada pada data dapat lebih menjelaskan.

$$\begin{aligned}
 SS_{Str} &= c \sum_{j=1}^c (\bar{x}_{.j} - \bar{x})^2 \\
 SS_B &= r \sum_{i=1}^r (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \\
 SST &= \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c (\bar{x}_{ijk} - \bar{x})^2 \\
 SSE &= SST - SS_{Str} - SS_B
 \end{aligned} \tag{2.3}$$

Serta statistik Uji yang akan digunakan adalah

$$F_0 = \frac{MS_{treatment}}{MS_{error}} \tag{2.4}$$

Rumus-rumus yang digunakan dalam menghitung ANOVA adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2 Struktur tabel Anova

SOV	SS	DF	MS	Fhitung
Block	SSB	r-1	$MSB = \frac{SSB}{r-1}$	$f_1 = \frac{MSB}{MSE}$
Treatment	SS _{Str}	c-1	$MStr = \frac{SS_{Str}}{c-1}$	$f_2 = \frac{MStr}{MSE}$
Error	SSE	(c-1)(r-1)	$MSE = \frac{SSE}{(c-1)(r-1)}$	
Total	SST	Rc-1		

Tolak H_0 jika $F_0 > F_{\alpha, (r-1), (r-1)(c-1)}$ atau p-value $< \alpha$ dan dapat disimpulkan bahwa terjadi perbedaan rata-rata antar kelompok.

2.2.2 Pemeriksaan Asumsi Residual IIDN (Identik, Independen, Distribusi Normal)

Pemeriksaan Asumsi Residual IIDN (Identik, Independen, Distribusi normal) merupakan uji harus dilakukan sebelum melakukan uji anova, untuk mengetahui apakah data yang digunakan memenuhi ketiga asumsi tersebut dalam melakukan pengujian (Sudjana, 1996).

a. Uji Residual Identik

Uji residual identik dilakukan untuk melihat apakah residual memenuhi asumsi identik. Suatu data dikatakan identik apabila plot residualnya menyebar secara acak dan tidak membentuk suatu pola tertentu. Nilai variannya rata-rata sama antara varians satu dengan yang lainnya. Jika varians rata-rata sama antara satu dengan yang lainnya, maka disebut *Homoskedastisitas (residual identik)* dan jika berbeda disebut dengan *Heteroskedastisitas (residual tidak identik)*. Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi *heteroskedastisitas* atau residual tidak identik. Pengujian terhadap asumsi yang identik dilakukan dengan menggunakan uji *Glejser*, yaitu membuat model regresi antara absolute galat $\left| \hat{\varepsilon}_i \right|$ (residual) dengan \hat{y}_i (*fitted value*) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\left| \hat{\varepsilon}_i \right| = \gamma_0 + \gamma_1 \hat{y}_i + \xi_i$$

Dimana ε_i merupakan galat pada $\left| \hat{\varepsilon}_i \right|$, kemudian melakukan uji parameter y_1 dengan menggunakan hipotesis

$H_0 : y_1 = 0$ (residual identik)

$H_1 : y_1 \neq 0$ (residual tidak identik)

Statistika uji yang digunakan untuk menguji hipotesis ini adalah

$$F = \frac{JKR}{JKG / (n-2)} \quad (2.5)$$

Dimana

$$JKR = \frac{\left(\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y}) \left| \hat{\varepsilon}_i \right| \right)^2}{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}$$

$$JKG = \sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_i^2 - JKR$$

Dengan jika dibandingkan dengan $F_{(df)}$, apabila $F > F_{(df)}$, atau nilai P-value $< \alpha$ maka tolak H_0 , yang artinya asumsi residual identik tidak terpenuhi, karena residual tidak identik.

b. Uji Residual Independen

Uji residual indenpen dilakukan untuk melihat apakah residual memenuhi asumsi independen. Pengujian terhadap asumsi yang independen dilakukan dengan menggunakan uji *Durbin-Watson*, yaitu membuat model regresi antara absolute galat $\hat{\varepsilon}_i$ (residual) dengan \hat{y}_i (*observation order*), dengan menggunakan hipotesis:

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Dimana ρ adalah nilai korelasi antara ε_i dengan ε_{i-1} dan $i = 1, 2, \dots, n$. Statistik uji yang digunakan untuk menguji hipotesis ini adalah

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (\hat{\varepsilon}_i - \hat{\varepsilon}_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_i^2} \quad (2.6)$$

Kemudian dibandingkan dengan d_a dimana d_a merupakan titik kritis dalam tabel *Durbin-Watson*. Apabila $d_a < d < 4 - d_a$, maka H_0 diterima yang artinya asumsi independen terpenuhi.

Selain dengan cara perhitungan uji asumsi identik juga dapat diketahui secara visual dengan melihat plot dari *residuals versus the order data* yang menjelaskan bahwa apabila titik-titik pada gambar menyebar dan tidak membentuk pola maka residual dapat di katakana berasumsi independen tetapi pengujian asumsi independen secara visual sangat bersifat subjektif.

c. Uji Residual Berdistribusi Normal

Uji residual distribusi normal dilakukan untuk melihat apakah residual memenuhi asumsi berdistribusi normal, apabila plot residualnya cenderung mendekati garis lurus (garis linier) dengan melihat nilai P-value. Jadi suatu data dapat dikatakan baik apabila data tersebut memenuhi semua asumsi IIDN (Sudjana, 1996). Pengujian terhadap asumsi kenormalan dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Kormogorov-Smirnov*, dengan menggunakan hipotesis:

$H_0 : F_0(X) = F_e(X)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F_0(X) \neq F_e(X)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Dengan tingkat signifikasi yang digunakan adalah α (5% atau 0,05)

Dimana $F_0(X)$ melambangkan distribusi frekuensi observasi dan $F_e(X)$ melambangkan distribusi frekuensi harapan. Pengujian dapat menggunakan pendekatan p-value yang dibandingkan dengan α . Apabila $p\text{-value} < \alpha$, maka H_0 ditolak dengan kata lain residual tidak berdistribusi normal.

2.3 Pengendalian Kualitas Statistik

Pengendalian kualitas statistika adalah bagan visual untuk memberi gambaran proses yang sedang berjalan, untuk mengetahui apakah proses berada didalam batas-batas yang telah ditetapkan sebelumnya atau tidak. Dapat juga dikatakan bahwa

pengendalian kualitas merupakan ilmu yang mempelajari tentang teknik atau metode pengendalian kualitas berdasarkan prinsip konsep statistika (Montgomery, 2005).

2.3.1 Peta Kendali Atribut Univariat

Salah satu alat bantu dalam pengendalian kualitas secara statistika adalah dengan menggunakan diagram kendali. Menurut Montgomery (2005), ada lima alasan mengapa dalam dunia industri harus menggunakan diagram kendali industri, yaitu.

1. Meningkatkan produktivitas.
2. Mencegah terjadinya cacat produk.
3. Mencegah penyesuaian proses yang tidak perlu.
4. Memberikan informasi diagnostik terhadap proses produksi.
5. Memberikan informasi tentang kemampuan proses.

Secara umum, diagram kendali terbagi menjadi dua yaitu diagram kendali untuk karakteristik kualitas atribut atau sifat dan untuk karakteristik kualitas variabel atau bersifat kuantitatif (Montgomery, 2005). Diagram kendali atribut univariat sendiri meliputi:

- a). Petakendali p , yaitu diagram pengendali untuk proporsi bagian yang tak sesuai dimana data berdistribusi binomial.
- b). Peta kendali np , yaitu diagram pengendali jumlah bagian yang tak sesuai
- c). Peta kendali c , yaitu diagram pengendali dengan banyak cacat atau ketidaksesuaian yang diamati dengan data pengamatan berdistribusi poisson.
- d). Peta kendali u , yaitu diagram pengendali dalam keadaan dimana rata-rata banyak cacat per unit.

2.3.2 Peta Kendali U

Peta kendali u adalah peta kendali atribut yang digunakan untuk bagian yang ditolak karena tidak memenuhi spesifikasi atau cacat. Suatu produk dikatakan cacat (*defective*) jika produk tersebut tidak memenuhi suatu syarat atau lebih. Setiap kekurangan disebut *defect*. Setiap produk yang cacat dapat saja terdapat lebih dari satu *defect* (yang diperhatikan banyaknya *defect*) (Montgomery, 2005).

Dalam pembuatan peta u , adapun langkah langkah sebagai berikut:

- Tentukan jumlah subgroup sebanyak m .
- Hitung jumlah cacat pada setiap subgroup (c).
- Hitung nilai rata-rata jumlah cacat per unit pada setiap subgroup dengan persamaan sebagai berikut,

Tabel 2.3 Struktur Data Peta Kendali U

No	Sampel	Jenis Cacat			Jumlah Cacat (C_i)	Rata-Rata cacat $U_i = c_i/n_i$
		a	B	c		
1	n_i	y_{1a}	y_{1b}	y_{1c}	C_i	U_i
2	n_i	y_{2a}	y_{2b}	y_{2c}	C_i	U_i
...
m	n_m	y_{ma}	y_{mb}	y_{mc}	C_m	U_m

$$u_i = \frac{c_i}{n_i}; i = 1, 2, \dots, m \quad (2.7)$$

Dimana,

u_i = unit cacat per sampel

C_i = unit cacat ke i

n_i = jumlah sampel inspeksi ke i

- Perhitungan batas kendali untuk peta u sebagai berikut:

$$BKA = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}} \quad (2.8)$$

$$\text{Garis Tengah} = \bar{u} = \frac{\sum u_i}{m}$$

$$BKB = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}} \quad (2.9)$$

Dimana,

BKA = batas kendali atas (*upper control limite*)

BKB= batas kendali bawah (*low control limite*)

\bar{u} = rata-rata banyak cacat keseluruhan

2.3.3 Uji Pergeseran Proses Produksi

Uji rata-rata 2 populasi ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya pergeseran proses antara 2 populasi dengan rata-rata yang berbeda. Maka dilakukan pengujian hipotesis dengan statistic uji z. Berikut hipotesis untuk uji rata-rata 2 populasi (walpolle,1995).

Hipotesis

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (Tidak ada pergeseran proses)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ (Terdapat Pergeseran proses)

$$z = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{\sigma_2^2}{n_2}\right)}} \quad (2.10)$$

Keterangan :

\bar{x} = rata-rata banyak cacat keseluruhan yang telah terkendali (\bar{u})

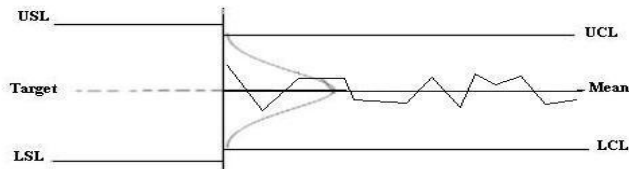
n_1 = jumlah pengamatan yang telah terkendali

Setelah diperoleh nilai Z, dilanjutkan dengan menentukan nilai Z pada tabel distribusi Z untuk ditetapkan tingkat signifikan 5% maka H_0 ditolak jika $Z > Z_{\alpha/2}$ yang artinya adalah tidak terjadi pergeseran proses produksi.

2.3.4 Kapabilitas Proses

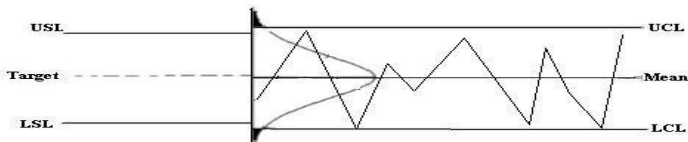
Kapabilitas proses atau kemampuan proses menyatakan layak atau tidaknya suatu proses jika dibandingkan dengan spesifikasi yang ditetapkan. Proses dikatakan kapabel apabila proses telah terkendali secara statistik, memenuhi spesifikasi yakni nilai pengamatan dekat dengan nilai target dan presisi dan akurasi yang tinggi (Montgomery, 1995).

Jika Limit Spesifikasi di dalam Limit Kontrol maka proses dikatakan *capable*.



Gambar 2.1.a Cp dan Cpk > 1

Jika Limit Spesifikasi di luar Limit Kontrol maka proses dikatakan *incapable*.



Gambar 2.2.b Cp dan Cpk < 1

$\hat{p}_{PK}^{\%} = 1$ Maka batas yang ditetapkan adalah sama dengan sebaran data pengamatan proses, sehingga dapat dikatakan proses dalam keadaan cukup baik tetapi masih perlu ditingkatkan kualitasnya.

Untuk $\hat{p}_{PK}^{\%} > 1$, artinya sebaran data pengamatan berada dalam batas spesifikasi sehingga dapat dikatakan proses dalam keadaan paling baik.

Sedangkan $\hat{p}_{PK}^{\%} < 1$, sebaran pengamatan berada di luar batas spesifikasi sehingga dapat dikatakan proses dikatakan kurang baik.

Dijelaskan oleh Bothe (1997) bahwasanya kemampuan proses untuk diagram kendali u adalah $P(X = \text{jumlah kerusakan per unit}) = \frac{\bar{u}^x e^{-\bar{u}}}{x!}$; $x = 0, 1, 2, 3, \dots$

Ketika dalam perhitungan distribusi poisson tidak terjadi kerusakan apapun, maka nilai persentase produk yang tidak

mengalami cacat.

$$P(x=0) = \frac{(\bar{u})^0 e^{-\bar{u}}}{0!} = \frac{1e^{-\bar{u}}}{1} = e^{-\bar{u}}$$

Dan untuk nilai persentase produk yang mengalami cacat (p') adalah.

$$p' = 1 - P(x=0) = 1 - e^{-\bar{u}} \quad (2.11)$$

Apabila hal tersebut ditransformasikan pada distribusi normal dengan standar kualitas 3 sigma maka perhitungan kapabilitas proses adalah sebagai berikut.

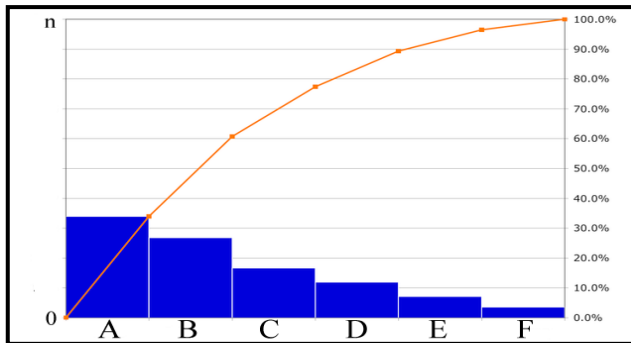
$$\hat{p}_{PK}^{\%} = \frac{Z(p')}{3} \quad (2.12)$$

Dimana nilai $\hat{p}_{PK}^{\%}$ menunjukkan presentase ketidaktepatan yang diukur berdasarkan seberapa baik suatu proses memenuhi kebutuhan pelanggan. Jika nilai $\hat{p}_{PK}^{\%} > 1$ dalam proses data atribut, maka proses dapat dikatakan kapabel.

Presisi adalah tingkat kedekatan pengamatan dengan pengamatan yang lain, presisi akan semakin tinggi jika tingkat kedekatan pengamatan semakin kecil. Sedangkan akurasi adalah tingkat kedekatan suatu pengamatan dengan nilai target, akurasi semakin tinggi jika tingkat pengamatan semakin kecil.

2.3.5 Diagram Pareto

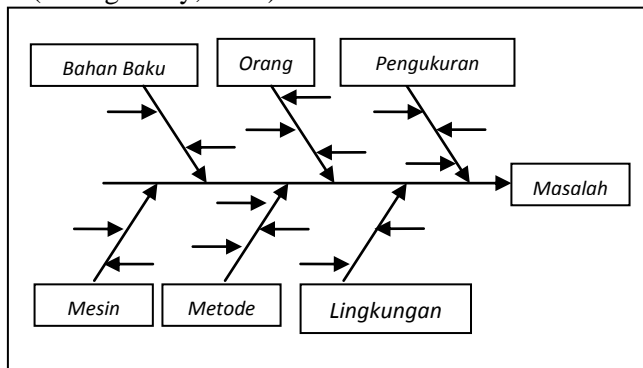
Diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi masalah-masalah yang timbul atau cacat kualitas yang timbul dengan mengurutkan masalah yang berfrekuensi tinggi ke frekuensi lebih rendah. Diagram Pareto berisi batang, dimana nilai-nilai individual terwakili dalam urutan batang dan total kumulatif diwakili oleh baris (Montgomery, 1995). Hal ini dimaksudkan agar dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diperbaiki (skor tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diperbaiki (skor terendah) (Montgomery, 2005).



Gambar 2.1 Diagram Pareto

2.3.6 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat disebut juga diagram tulang ikan karena bentuknya yang mirip tulang ikan. Biasa juga disebut sebagai diagram *Ishikawa* karena ditemukan oleh orang Jepang yang bernama *Ishikawa*. Diagram ini menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya sehingga lebih mudah dalam penanganannya karena dapat melukiskan dengan jelas berbagai penyebab cacat dalam produk (Montgomery, 2005)

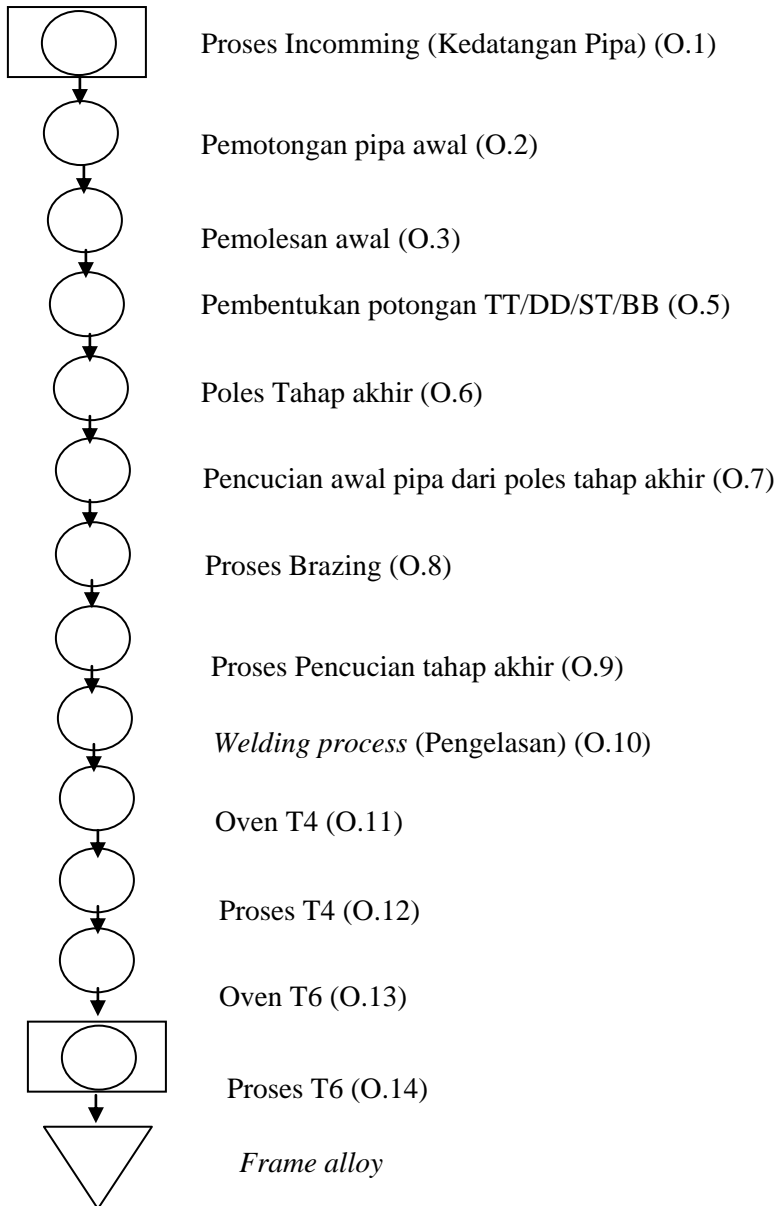


Gambar 2.2 Diagram Sebab Akibat

2.3.7 Peta Proses Operasi

Proses awal sebelum menjadi sebuah frame alloy adalah pipa produksi masuk pada proses Incoming. Dimana proses ini pipa yang datang dari supplier masuk ke gudang untuk

dilakukan pemeriksaan kelayakan dan kesesuaian ukuran pada pipa tersebut sesuai dengan permintaan. Setelah dilakukan pemeriksaan pada proses kedatangan awal (*Incomming*), pipa yang telah sesuai spesifikasi berdasarkan ukuran (diameter, tebal, dan panjang) akan diberi label QC Pass (label yang digunakan oleh PT. Insera Sena pada divisi *Quality Control*) dan masuk ke gudang produksi. Sesudah masuk pada gudang produksi, pipa tersebut telah layak digunakan untuk di produksi menjadi frame jenis *Alloy*, yang urutan produksinya adalah melakukan pemotongan awal, pemolesan, setelah itu dibentuk sesuai dengan bentuk *frame*. Setelah itu dilakukan proses poles tahap akhir, pencucian awal, lalu proses las brazing, yang dimana proses ini untuk menyatukan beberapa potongan pipa yang telah dibentuk menjadi satu rangkaian. Tahapan selanjutnya pipa yang telah di las brazing dilakukan pencucian tahap akhir, lalu dilakukanlah proses pengelasan (*Welding* proses). Proses tahap penyelesaian setelah *Welding* proses adalah pipa yang telah berbentuk *Frame Alloy* dilakukan proses oven T4 untuk mensimetriskan tiap *Frame*, setelah proses tersebut selesai akan dilakukan proses T4 yang dimana masih mensimetriskan *Frame* dengan dipukul menggunakan tenaga manusia. Setelah proses tersebut selesai, proses terakhirnya adalah proses T6 yaitu proses pendinginan pada *Frame* tersebut. Jika digambarkan dalam diagram proses operasi, maka proses produksi secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Peta Proses Operasi Produksi *Frame Alloy*

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Teknik pengambilan data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari divisi *Quality Control* produksi rangka *frame* saat proses Pengelasan dan Penyusunan Rangka *Frame (Welding)* jenis *Alloy* di PT. Inera Sena. Serta data sekunder diperoleh dari divisi yang sama namun pada bagian *Incoming Quality Control (IQC)* untuk proses yang berbeda yaitu pada proses *Incoming* (kedatangan material pipa/ O1)) pada bulan Juli dan September 2014. Pengambilan data dilakukan di PT. Inera Sena dengan pengamatan dibagian Pengelasan dan Penyusunan Rangka *Frame (Welding)* dilakukan selama periode Agustus dan September 2014 dengan jumlah total pemeriksaan yang berbeda-beda setiap harinya, dengan cara yaitu pemeriksaan kualitas (adanya cacat atau tidak) pada rangka *frame* jenis *alloy* dilakukan di tahap proses T6 dengan mengidentifikasi setiap *frame* yang telah jadi. (lihat gambar 2.3). Sedangkan untuk proses *Incoming* pengambilan data dengan mengukur berat pipa jenis *Alloy* per bundle diambil satu unit pipa jenis *alloy* untuk diidentifikasi, jika berat pipa sesuai akan diberi tanda (*QC Pass*) dan itu dilakukan di proses O1.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang diukur dalam penelitian ini adalah data berat pipa jenis *Alloy* pada kedatangan pipa (*Incoming* di O1) pada bulan Juli 2014 dan September 2014 (struktur data lihat di tabel 3.1). Pengukuran ini dilakukan pada proses tahapan sebelum masuk pada proses *welding*, tahap ini merupakan persiapan material (lihat Gambar 2.3), sedangkan jenis cacat yang terdapat pada proses Pengelasan dan Penyusunan Rangka *Frame (Welding)*, pengukuran jenis cacat ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi keseluruhan variabel cacat setelah tahap proses T6 (Gambar 2.3 dan struktur data lihat di tabel 3.2).

Tabel 3.1 Struktur data *Incomming*

Faktor A (i)	Faktor B (j)	Berat pipa jenis alloy per unit (k)		Total ($x_{i.}$)	Rata- Rata ($\bar{x}_{i.}$)
		1	2		
1	1	x_{111}	x_{112}	$x_{11.}$	$\bar{x}_{11.}$
	2	x_{121}	x_{122}	$x_{12.}$	$\bar{x}_{12.}$

	j	x_{1j1}	x_{1j2}	$x_{1j.}$	$\bar{x}_{1j.}$

	b	x_{1b1}	x_{1b2}	$x_{1b.}$	$\bar{x}_{1b.}$
2	1	x_{211}	x_{212}	$x_{21.}$	$\bar{x}_{21.}$
	2	x_{221}	x_{222}	$x_{22.}$	$\bar{x}_{22.}$

	j	x_{2j1}	x_{2j2}	$x_{2j.}$	$\bar{x}_{2j.}$

	b	x_{2b1}	x_{2b2}	$x_{2b.}$	$\bar{x}_{2b.}$
...
i	..	..	..	..	..
..
a	1	x_{a11}	x_{a12}	$x_{a1.}$	$\bar{x}_{a1.}$
	2	x_{a21}	x_{a22}	$x_{a2.}$	$\bar{x}_{a2.}$

	j	x_{aj1}	x_{aj2}	$x_{aj.}$	$\bar{x}_{aj.}$

	b	x_{ab1}	x_{ab2}	$x_{ab.}$	$\bar{x}_{ab.}$
Total ($x_{.j}$)		$x_{.1}$	$x_{.2}$		
Rata-rata ($\bar{x}_{.j}$)		$\bar{x}_{.1}$	$\bar{x}_{.2}$		\bar{x}_{ijk}

Tabel 3.1 menunjukan variabel untuk pengukuran berat pada kedatangan pipa jenis *Alloy* pada bulan Juli 2014 dan September 2014 beserta struktur datanya. Sedangkan untuk variabelnya jenis cacat yang terdapat pada proses Pengelasan dan Penyusunan Rangka *Frame* (*Welding*) beserta struktur data peta kendali U adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Struktur Data Peta Kendali U

No	Sampel	Jenis cacat					Jumlah cacat (Ci)	U= c/n
		1	2	3	...	10		
1	n_1	y_{11}	y_{12}	y_{13}	...	$y_{10.1}$	c_1	u_1
2	n_2	y_{12}	y_{22}	y_{32}	...	$y_{10.2}$	c_2	u_2
3	n_3	y_{13}	y_{23}	y_{33}	...	$y_{10.3}$	c_3	u_3
...
...
...
20	n_{20}	$y_{1.20}$	$y_{2.20}$	$y_{3.20}$	...	$y_{10.20}$	c_{20}	u_{20}

1. *Dent* (1) : jenis cacat pada proses produksi yang berupa adanya pesok. Cara indentifikasi cacat ini adalah dengan meraba dan melihat setiap pipa frame *alloy* yang telah selesai pada proses T6. Proses indentifikasi adanya pipa yang pesok (*Dent*) ini dilakukan dengan tenaga manusia.
2. *Scratch* (2) : jenis cacat pada proses produksi yang berupa adanya goresan. Cara indentifikasi cacat ini adalah dengan meraba dan melihat setiap pipa frame *alloy* yang telah selesai pada proses T6. Proses indentifikasi adanya pipa yang tergores ini dilakukan dengan tenaga manusia.
3. *Spatter* (3) : jenis cacat pada proses produksi yang berupa adanya banyak percikan las. jenis cacat pada proses produksi yang berupa adanya goresan. Cara indentifikasi cacat ini adalah dengan melihat setiap pipa frame *alloy*

yang telah selesai pada proses T6. Proses indentifikasi adanya pipa yang terkena percikan las ini dilakukan dengan tenaga manusia.

4. *Stopper* Kosong (4): jenis cacat pada proses produksi yang berupa beberapa aksesoris (stopper) yang tidak terpasang. Cara indentifikasi cacat ini adalah dengan melihat setiap pipa frame *alloy* yang telah selesai pada proses T6. Proses indentifikasi adanya pipa yang aksesorisnya kosong ini dilakukan dengan tenaga manusia.
5. *Brazing* (5) : jenis cacat pada proses produksi yang berupa adanya bekas las brazing. Cara indentifikasi cacat ini adalah dengan melihat setiap pipa frame *alloy* yang telah selesai pada proses T6. Proses indentifikasi pipa yang adanya bekas las brazing ini dilakukan dengan tenaga manusia.
6. *Pinhole* (6) : jenis cacat pada proses produksi yang berupa adanya lubang pada las. Cara indentifikasi cacat ini adalah dengan melihat setiap pipa frame *alloy* yang telah selesai pada proses T6. Proses indentifikasi adanya pipa yang lubang pada sambungan las ini dilakukan dengan tenaga manusia.
7. Las Kurang (7) : jenis cacat pada proses produksi yang berupa adanya las kurang. Cara indentifikasi cacat ini adalah dengan melihat setiap pipa frame *alloy* yang telah selesai pada proses T6. Proses indentifikasi adanya las kurang pada pipa ini dilakukan dengan tenaga manusia.
8. Las tidak standart (8) : jenis cacat pada proses produksi yang berupa adanya las yang tidak standart. Cara indentifikasi cacat ini adalah dengan melihat setiap pipa frame *alloy* yang telah selesai pada proses T6. Proses indentifikasi adanya pipa dengan las yang tidak standart ini dilakukan dengan tenaga manusia.
9. *Porosity* (9) : jenis cacat pada proses produksi yang berupa adanya korosi yang membuat las akan retak. Cara indentifikasi cacat ini adalah dengan melihat setiap pipa

frame *alloy* yang telah selesai pada proses T6. Proses indentifikasi adanya pipa mengalami korosi yang membuat las akan retak ini dilakukan dengan tenaga manusia.

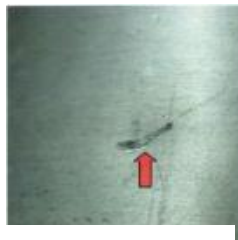
10. *Crack* (10) : jenis cacat pada proses produksi yang berupa adanya las yang retak. Cara indentifikasi cacat ini adalah dengan melihat setiap pipa frame *alloy* yang telah selesai pada proses T6. Proses indentifikasi adanya pipa yang retak ini dilakukan dengan tenaga manusia.

Berikut ini terlampir gambar dari masing masing variabel cacatnya.

Gambar 3.1 Variabel cacat keseluruhan



1. *Dent*



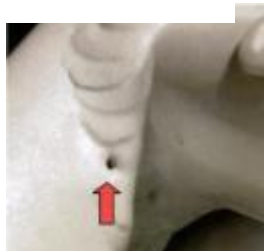
2. *Scratch*



4. *Stopper Kosong*



5. *Brazing*



6. *Pinhole*



7. *Las kurang*



8. Las tidak standar



9. Porosity



10. Crack

3.3 Langkah Analisis

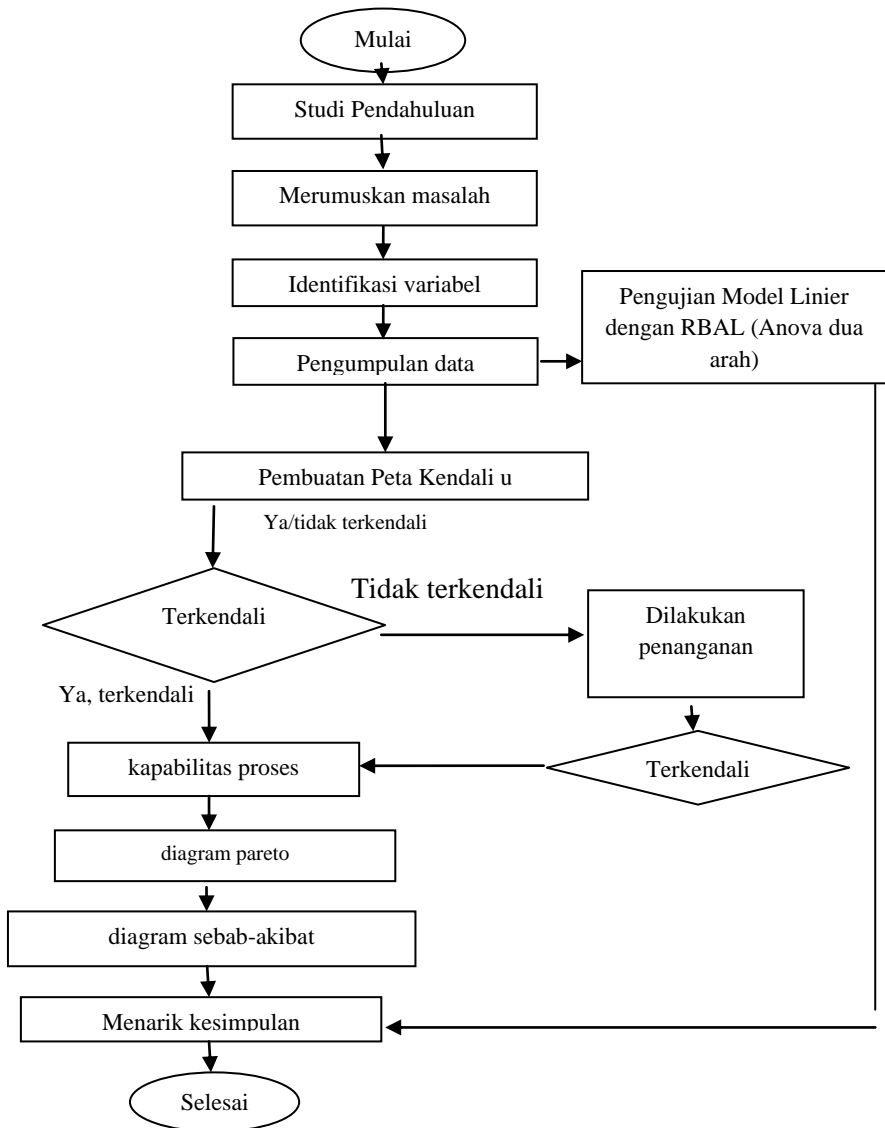
Analisis analisis yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Melakukan deskripsi data dengan statistika deskriptif pada data berat pipa jenis *Alloy* pada proses *Incomming* bulan Juli dan September 2014, serta data proses produksi pengelasan dan penyusunan rangka *frame* dengan pipa jenis *alloy* bulan Agustus dan September 2014
2. Melakukan pengujian pengaruh jenis pipa *Alloy* terhadap berat pipa dengan metode Rancangan Blok Acak Lengkap dan analisis yang digunakan yaitu Anova dua arah pada periode data *Incoming Quality Control (IQC)* bulan Juli dan September 2014. Sebelum melakukan analisis Anova, perlu dilakukan tahapan syarat pengujiannya adalah sebagai berikut.
 - a. Pemeriksaan asumsi Residual IIDN (Identik, Independen, Distribusi Normal)
3. Melakukan evaluasi proses terhadap produksi pengelasan dan penyusunan (*Weding*) rangka *frame* jenis *alloy* bulan agustus dan September 2014. Tahapan-tahapan adalah sebagai berikut.
 - a. Membuat Peta kendali *u*.
Langkah-langkah pembuatan peta kendali *u* sebagai berikut.

- i. Tentukan subgrup dengan m = banyaknya subgrup yang akan diinspeksi dimana ukuran sampel adalah berbeda.
- ii. Hitung jumlah cacat pada setiap subgrup (c),
- iii. Hitung nilai rata-rata jumlah cacat per unit pada setiap subgrup, yaitu (lihat persamaan 2.7)
- iv. Hitung batas kendali untuk peta kendali u (lihat persamaan 2.8 dan 2.9)
- v. Menyimpulkan bahwa titik-titik pengamatan tersebut berada dalam batas kendali atau tidak
- b. pembuatan diagram pareto untuk mengetahui jenis cacat yang harus diperbaiki.
- c. Menganalisis penyebab terjadinya *out of control* dengan diagram *ishikawa* (diagram sebab akibat).
- d. melakukan analisis kapabilitas proses dengan menentukan indeks $\hat{p}^{\%}_{pk}$
4. Menguji pergeseran proses antara periode Agustus dan September 2014.
5. Melakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil yang diperoleh.
6. Membuat kesimpulan serta saran dari hasil analisis dan pembahasan.

3.3.1 Flow Chart

Berikut ini merupakan diagram alir proses penelitian peta kendali u berdasarkan data *incoming* dan proses produksi pengelasan dan penyusunan rangka *frame* jenis pipa *alloy*.



Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Penelitian Pengelasan dan Penyusunan Rangka *Frame* (Welding)

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahap. Pada tahap pertama dilakukan pembahasan tentang proses *Incomming* atau kedatangan pipa jenis *Alloy* bulan Juli dan September 2014, untuk mengetahui apakah berat pipa bulan Juli dan September 2014 saling berpengaruh terhadap jenis pipa *Alloy* yang berbeda. Analisis dan pembahasan tahap kedua tentang hasil pengendalian kualitas produksi pada proses pengelasan dan perakitan rangka *frame* jenis pipa *Alloy* dengan periode produksi bulan Agustus dan September 2014. Pada proses tahap kedua tersebut akan dilakukan juga pembahasan apakah proses produksi (*welding*) bulan Agustus dan September 2014 terjadi pergeseran proses produksi atau tidak, sehingga akan jadi bahan evaluasi perusahaan untuk melakukan proses pada bulan berikutnya.

4.1 Analisis dan Pembahasan proses *Incomming* (O.1)

Analisis dan pembahasan proses *Incomming* ini digunakan data *Incomming* atau kedatangan pipa jenis *Alloy* sebelum dilakukannya proses pengelasan (*welding*) dengan yang dianalisis adalah berat jenis pipa *Alloy* pada bulan Juli dan September 2014. Analisis dan pembahasan dilakukan dengan menggunakan statistika deskriptif dan pengujian anova dua arah.

4.1.1 Deskripsi Proses *Incomming* (O.1)

Statistika deskriptif dari data berat pipa dengan dua bulan yang berbeda dengan jenis pipa *Alloy* yang berbeda adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Berat pipa bulan Juli dan September 2014

Variabel	Rata-rata	Minimum	Maksimum
Berat Pipa Bulan Juli (per PCS)	2.65	1.303	4.125
Berat Pipa Bulan September (per PCS)	4.942	1.08	11.875

Dari tabel 4.1 diketahui statistika deskriptif dari berat pipa bulan juli dan September. Untuk rata-rata berat pipa bulan Juli per unit adalah sebesar 2,65 sedangkan untuk bulan September sebesar 4,942. Pada nilai minimum berat pipa bulan Juli sebesar 1,303 dan bulan September sebesar 1,08.

4.1.2 Pengujian Anova 2 arah

Pada pengujian Anova 2 arah ada syarat yang harus dipenuhi terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian tersebut. Syarat yang harus dipenuhi adalah Uji Asumsi residual IIDN, yang artinya adalah residual harus berdistribusi normal, residual pengamatan memenuhi asumsi identik dan independen. Berikut ini pengujian asumsi residual IIDN.

4.1.2.1 Uji Residual identik

Berikut ini adalah hasil pengujian residual identik yang harus dipenuhi oleh data tersebut untuk bisa dilakukan pengujian Anova 2 arah.

Tabel 4.2 hasil pengujian residual identik

Model		<i>Unstandardized Coefficients</i>		<i>Standardized Coefficients</i>	F	P-value
		B	Standart Error	Beta		
1	Konstan	0,043	0,357		0,121	0,905
	Jenis_alloy	0,510	0,196	0,271	2,600	0,021
	Bulan	0,079	0,013	0,629	6,049	0,000

Dari tabel 4.2 dan berdasarkan persamaan 2.5 diketahui bahwa nilai F_{hitung} sebesar 6,049 da jika dibandingkan dengan F_{tabel} sebesar 2,007 yang artinya $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau bisa juga dilihat pada nilai P-value sebesar 0,000 > dari nilai α (0,05) yang artinya tolak H_0 , sehingaa asumsi residual identik tidak terpenuhi, karena residual tidak identik.

4.2.1.2 Uji Residual Independen

Berikut ini adalah hasil pengujian residual independen yang harus dipenuhi oleh data tersebut untuk bisa dilakukan pengujian Anova 2 arah.

Tabel 4.3 Hasil pengujian residual independen

Model	R	R square	R square yang dirubah	Estimasi standart error	Nilai Durbin-Watson
1	0,685	0,469	0,448	0,70783	0,687

Dari tabel 4.3 dan berdasarkan persamaan 2.6 didapatkan bahwa nilai d (lihat tabel 4.2 nilai *Durbin Watson*) sebesar 0,687, kemudian akan dibandingkan dengan d_α dimana d_α merupakan

titik kritis dalam tabel *Durbin-watson*. Sehingga didapatkan bahwa $d_a(1,549) > d(0,687) < 4-d_a(2,451)$, yang artinya tolak H_0 , sehingga dapat disimpulkan asumsi independen tidak terpenuhi.

4.2.1.3 Uji Residual Berdistribusi Normal

Berikut ini adalah hasil pengujian residual berdistribusi normal yang harus dipenuhi oleh data tersebut untuk bisa dilakukan pengujian Anova 2 arah.

Uji Kormogoroz-Smirnov dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : F_0(X) = F_e(X)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F_0(X) \neq F_e(X)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Tingkat signifikansi 5%

Berdasarkan perhitungan manual uji *Kormogorov Smirnov* (lihat lampiran 3) dihasilkan nilai D (deviasi maksimum) sebesar 0,2621 yang jika dibandingkan dengan nilai D tabel sebesar 0,264. Dapat disimpulkan bahwa gagal tolak H_0 karena D hitung (0,2621) < D tabel (0,264), yang artinya residual berdistribusi normal.

Setelah dilakukan pengujian asumsi IIDN, disimpulkan bahwa data tidak memenuhi asumsi identik dan independen, namun hanya memenuhi asumsi distribusi normal, sehingga jika keseluruhan asumsi IIDN terpenuhi, dapat dilanjutkan dengan pengujian Anova 2 arah. Untuk mengetahui apakah dalam perlakuan yang dilakukan dalam berat pipa pada bulan Juli dan September 2014 dengan jenis pipa *Alloy* yang berbeda ada perbedaan maka dilakukan pengujian Anova 2 arah yang diperoleh dan hasilnya adalah sebagai berikut:

Hipotesis :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = 0$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq 0$$

Berikut ini adalah hasil perhitungan Anova :

Tabel 4.4 Uji Anova 2 arah

Sumber Varian	DB	SS	MS	F	P-value
Jenis pipa Alloy	1	68.302	68.302	9.65	0.005
Bulan	25	179.243	7.17	1.01	0.488
Error	25	177.028	7.081		
Total	51	424.572			

Daerah kritis :

Tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau $P\text{-value} < \alpha$ (0.05)

Dari tabel 4.4 (persamaan 2.3 dan 2.4) diperoleh $F_{hit} > F_{tabel}$ yaitu $9,65 > 4,00$ dan $P\text{-value} < \alpha$ yaitu $0,005 < 0,05$, sehingga dapat diputuskan bahwa tolak H_0 yang artinya adanya perbedaan berat pipa jenis *Alloy* yang berbeda antara Bulan Juli dan September 2014 atau tidak konsistennya berat pipa bulan Juli dengan September 2014.

4.2 Analisis kapabilitas di proses (*Welding*) O.14

Analisis dan pembahasan pengendalian Kualitas ini digunakan akan dilakukan dengan analisis kapabilitas dengan data proses pengelasan dan perakitan rangka *frame* jenis *Alloy* dengan periode produksi bulan Agustus dan September 2014. Analisis

dan pembahasan dilakukan menggunakan statistika deskriptif dan peta kendali U lalu disimpulkan dengan analisis kapabilitas proses dimana proses tersebut kapabel atau tidak.

4.2.1 Deskripsi di O14

Berikut ini adalah statistika deskriptif mengenai jumlah cacat dan jumlah *frame* pipa *alloy* yang telah di periksa dari keseluruhan produksi pada periode produksi bulan Agustus 2014 dan September 2014 di O14.

Tabel 4.5 Deskriptif Jumlah cacat Bulan Agustus dan Bulan September
Berdasarkan kategori cacat

Bulan	N	Kategori cacat						Total cacat	Rata-rata cacat
		Dent	Scratch	Brazing	Pinhole	Spatter	Other		
Agustus	14330	1127	1020	946	419	388	357	4257	224.405
September	16642	1723	1152	727	462	367	454	4885	488,5

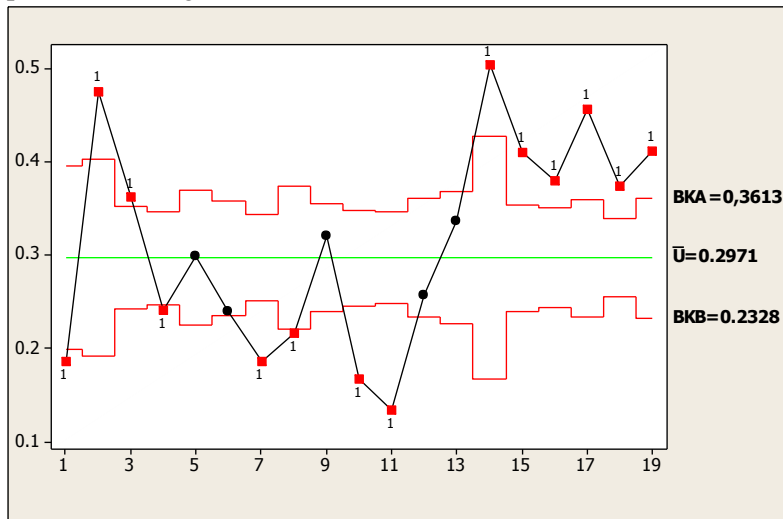
Tabel 4.5 menunjukkan bahwa dari total cacat lebih banyak terjadi pada bulan Agustus 2014 sebesar 4.257 cacat, namun itu juga di ikuti dengan jumlah unit yang telah di produksi yaitu sebesar 14.330, sedangkan untuk bulan September 2014 total cacat sebesar 4885 diikuti dengan jumlah unit *frame* jenis pipa *Alloy* yang telah di produksi sebesar 16.642. Sedangkan rata-rata cacat untuk bulan Agustus 2014 sebesar 224.405 dan untuk September 2014 adalah 488,5. Dapat di ambil kesimpulan terjadi penurunan jumlah produksi dari Bulan Agustus 2014 ke bulan September 2014 berdasarkan kategori cacat. Berikut ini terlampir grafiknya untuk total jumlah cacat dan rata-rata jumlah *frame* yang telah diproduksi pada bulan Agustus dan September 2014.

4.2.2 Analisis Kapabilitas Proses

Sebelum dilakuka analisis kapabilitas proses, perlu diketahui beberapa syarat dari analisis kapabilitas proses dimana proses dikatakan kapabel apabila presisi dan akurasi tinggi, Berikut ini evaluasi kualitas dengan analisis kapabilitas proses yang dilakukan untuk Bulan Agustus dan September 2014.

4.2.2.1 Analisis Kapabilitas Proses Bulan Agustus 2014

Berikut ini merupakan hasil dari analisis pengendalian kualitas statistik dengan menggunakan peta kendali U lalu akan disimpulkan dengan analisis kapabilitas proses untuk evaluasi proses bulan Agustus 2014.



Gambar 4.1 Peta Pengendali U Bulan Agustus 2014

Perhitungan manual untuk mencari \bar{u} , BKA dan BKB pada Bulan Agustus 2014 berdasarkan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.9.

$$\bar{u} = \frac{c}{n}$$

$$\bar{u} = \frac{4257}{14330}; \bar{u} = 0,29707$$

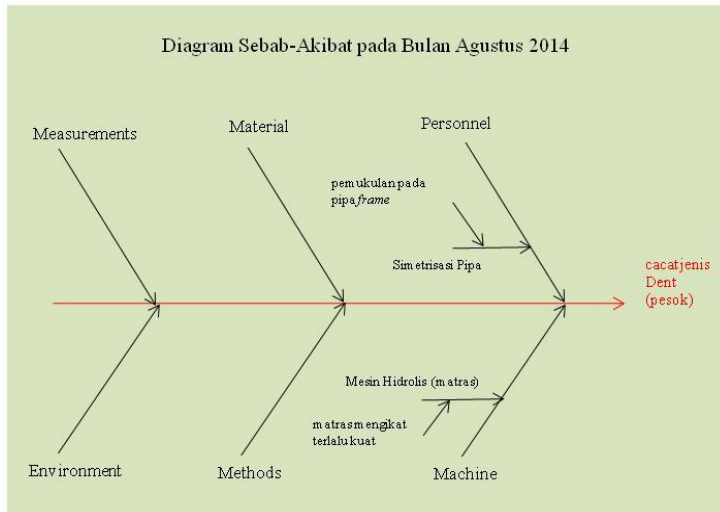
$$BKA = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}}$$

$$BKA = 0,29707 + 3\sqrt{\frac{0,29707}{648}}; BKA = 0,36130$$

$$BKB = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}}$$

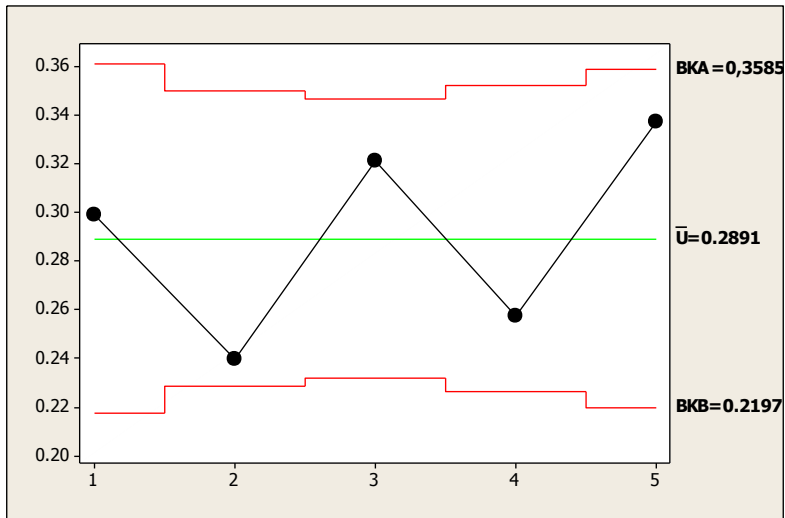
$$BKB = 0,29707 - 3\sqrt{\frac{0,29707}{648}}; BKB = 0,23284$$

Gambar 4.1 menunjukkan hasil dari analisis kualitas statistik dengan menggunakan peta kendali U. Terlihat bahwa proses pengelasan dan penyusunan *frame* dengan pipa jenis *alloy* pada Bulan Agustus 2014 tidak terkendali secara statistik. Penyebabnya adalah pada proses produksi hari ke-1,2,3,4,7,8,10,11,14,15,16,17,18, dan 19 keluar dari batas kendali (*out of control*). Dari hal itu perlu dilakukan perbaikan proses agar proses produksi pengelasan dan penyusunan *frame* dengan pipa jenis *alloy* terkendali secara statistik. Faktor-faktor penyebab harus dicari yaitu dari manusia dan mesin, sehingga penyebab tersebut akan bisa memperbaiki proses agar terkendali secara statistik melalui Diagram *Ishikawa* berikut ini.



Gambar 4.2 Diagram Sebab akibat pada bulan Agustus 2014

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa masalah pada bulan Agustus 2014 menyebabkan cacat terbanyak yang sama pada variabel *Dent* (pesok pada pipa) adalah dari faktor manusia yaitu proses pensimetrisan pipa secara manual setelah proses T4 (Gambar 2.3) dengan melakukan pemukulan pada rangka *frame* agar rangka tersebut simetris (sesuai dengan standar ukuran). Dan juga dari faktor mesin yaitu matras atau mesin hidrolis pengikat pipa yang terlalu ketat menyebabkan pipa tersebut pesok. Mesin hidrolis merupakan sebuah matras yang digunakan untuk melakukan pengelasan dan perakitan pada pipa agar terbentuk menjadi *frame*.



Gambar 4.3 Peta kendali U pada bulan Agustus 2014 yang telah terkendali

Apabila perusahaan melakukan perbaikan proses produksi dengan penyebab dapat diperbaiki, dalam perbaikan tersebut akan menghasilkan titik produksi yang tidak keluar dari batas kendali (*out of control*) untuk menentukan kualitas standar pada bulan Agustus 2014. Permisalan faktor-faktor penyebab tersebut telah normal, maka bisa dilakukan penghilangan pengamatan (*proses produksi*) yang diluar batas kendali (*out of control*). Berikut ini merupakan hasil perbaikan proses produksi dengan cara menghilangkan pengamatan yang diluar batas kendali (Gambar 4.3).

Perhitungan manual berdasarkan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.9 untuk mencari \bar{u} , BKA dan BKB pada Bulan Agustus 2014 yang telah diperbaiki.

$$\bar{u} = \frac{933}{3227}; \bar{u} = 0,28912$$

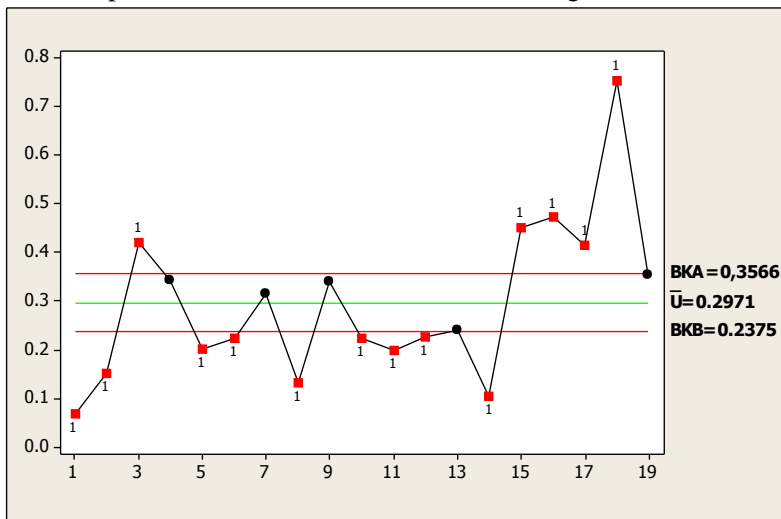
$$BKA = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}}$$

$$BKA = 0,0,2891 + 3\sqrt{\frac{0,2891}{540}}; BKA = 0,35854$$

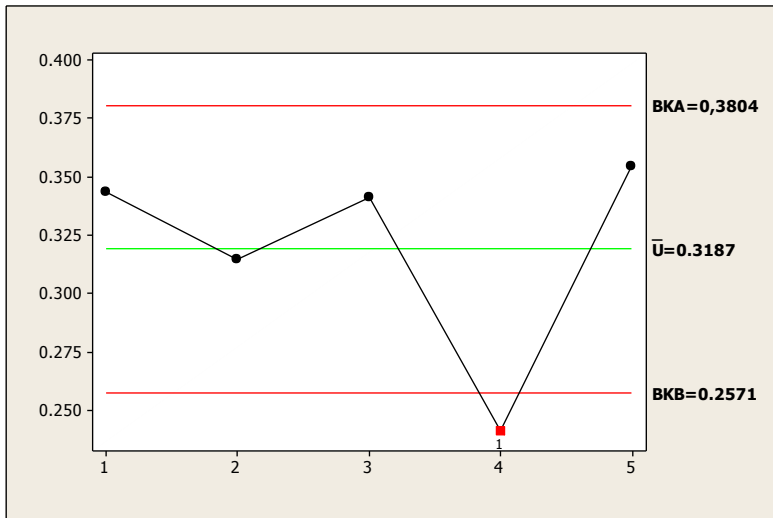
$$BKB = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}}$$

$$BKB = 0,2891 - 3\sqrt{\frac{0,2891}{540}}; BKB = 0,21970$$

Berikut ini merupakan hasil dari analisis pengendalian kualitas statistik dengan menggunakan peta kendali U untuk evaluasi proses berdasarkan N rata-rata bulan Agustus 2014.

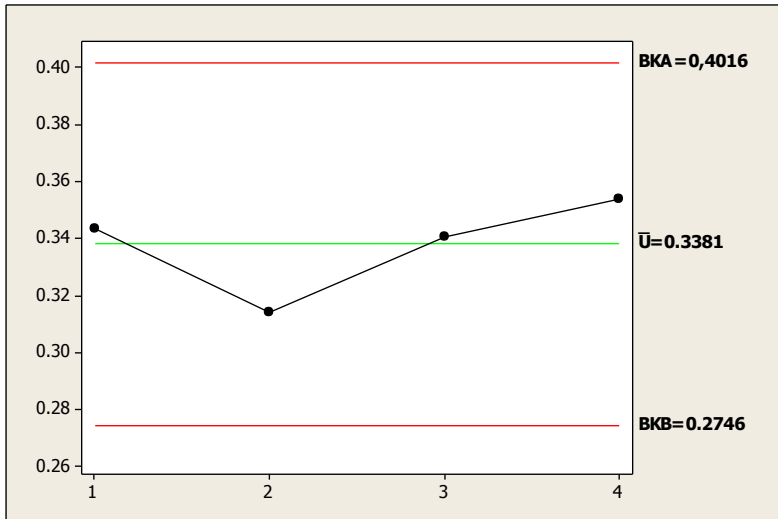


Gambar 4.4 Peta Kendali U pada Bulan Agustus berdasarkan pendekatan N rata-rata



Gambar 4.5 Peta kendali U Bulan Agustus 2014 berdasarkan pendekatan N rata-rata Perbaikan tahap pertama

Gambar 4.4 menunjukkan hasil dari analisis kualitas statistik dengan menggunakan peta kendali U berdasarkan N rata-rata. Terlihat bahwa proses pengelasan dan penyusunan *frame* dengan pipa jenis *alloy* pada Bulan Agustus 2014 tidak terkendali secara statistik. Penyebabnya adalah pada proses produksi hari ke- 1,2,3,5,6,8,10,11,12,14,15,16,17 dan 18 keluar dari batas kendali (*out of control*). Dari hal itu perlu dilakukan perbaikan proses agar proses produksi pengelasan dan penyusunan *frame* dengan pipa jenis *alloy* terkendali secara statistik. Pada gambar 4.5 permisalan jika sudah dilakukan perbaikan oleh perusahaan untuk produksi yang normal (baik) dengan melakukan perbaikan yang telah dilakukan dengan cara menghilangkan pengamatan yang diluar batas kendali, namun masih ada yang keluar dari batas kendali. Sehingga dilakukan perbaikan lagi dan berikut hasil dari perbaikan (Gambar 4.6).



Gambar 4.6 Peta Kendali U pada Bulan Agustus berdasarkan pendekatan N rata-rata yang telah diperbaiki

Perhitungan manual berdasarkan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.9 untuk mencari \bar{u} , BKA dan BKB pada Peta Kendali U bulan Agustus berdasarkan pendekatan N rata-rata yang telah diperbaiki.

$$\bar{u} = \frac{1020}{3016}; \bar{u} = 0,3381$$

$$BKA = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}}$$

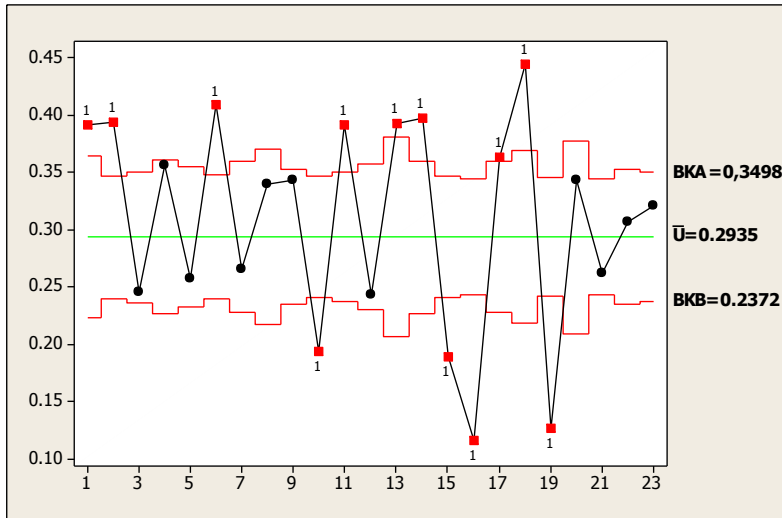
$$BKA = 0,3381 + 3\sqrt{\frac{0,3381}{267}}; BKB = 0,40162$$

$$BKB = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}}$$

$$BKB = 0,3381 - 3\sqrt{\frac{0,3381}{267}}; \quad BKB = 0,27458$$

4.2.2.2 Evaluasi Kualitas Proses Bulan September 2014

Berikut ini merupakan hasil dari analisis pengendalian kualitas statistik dengan menggunakan peta kendali U untuk evaluasi proses berdasarkan N rata-rata bulan September 2014.



Gambar 4.7 Peta Kendali U untuk Bulan September 2014

Perhitungan manual berdasarkan 2.7, 2.8 dan 2.9 untuk mencari \bar{u} , BKA dan BKB pada Bulan September 2014.

$$\bar{u} = \frac{4885}{16642}; \bar{u} = 0,29353$$

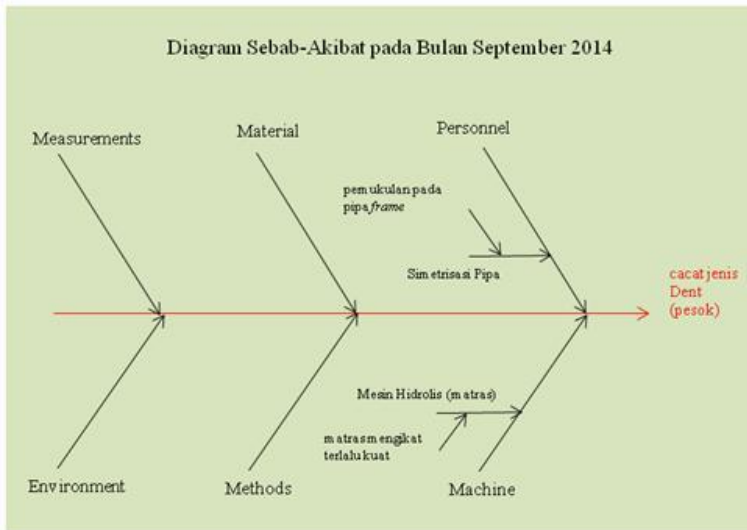
$$BKA = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}}$$

$$BKA = 0,0,29353 + 3\sqrt{\frac{0,29353}{833}} ; BKA = 0,34985$$

$$BKB = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}}$$

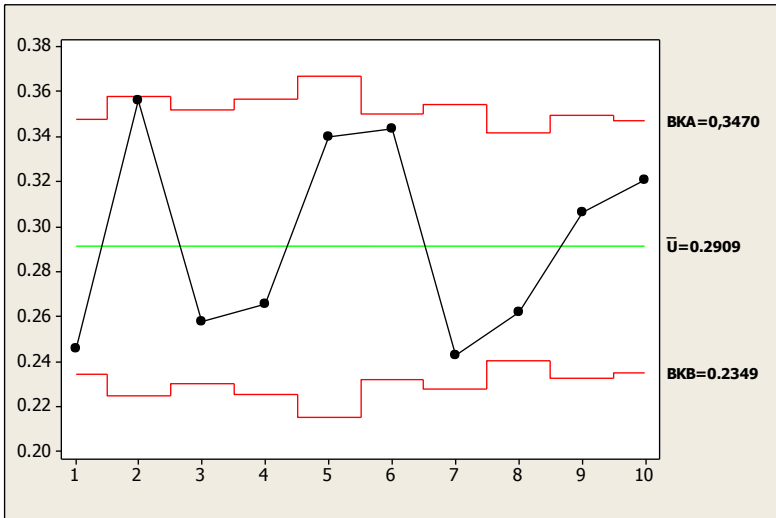
$$BKB = 0,29353 - 3\sqrt{\frac{0,29353}{833}} ; BKB = 0,23722$$

Gambar 4.7 menunjukan hasil dari analisis kualitas statistik dengan menggunakan peta kendali U. Terlihat bahwa proses pengelasan dan penyusunan *frame* dengan pipa jenis *alloy* pada Bulan September 2014 tidak terkendali secara statistik. Penyebabnya adalah pada proses produksi hari ke-1,2,6,10,11,13,14,15,16,17,18 dan 19 keluar dari batas kendali (*out of control*). Dari hal itu perlu dilakukan perbaikan proses agar proses produksi pengelasan dan penyusunan *frame* dengan pipa jenis *alloy* terkendali secara statistik. Faktor-faktor penyebab harus dicari yaitu dari manusia dan mesin, sehingga penyebab tersebut akan bisa memperbaiki proses agar terkendali secara statistik melalui Diagram *Ishikawa*.



Gambar 4.8 Diagram Sebab akibat pada bulan September 2014

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa masalah pada bulan September 2014 menyebabkan cacat terbanyak yang sama pada variabel *Dent* (pesok pada pipa) adalah dari faktor manusia yaitu proses pensimetrisan pipa secara manual setelah proses T4 (Gambar 2.3) dengan melakukan pemukulan pada rangka *frame* agar rangka tersebut simetris (sesuai dengan standar ukuran). Dan juga dari faktor mesin yaitu matras atau mesin hidrolis pengikat pipa yang terlalu ketat menyebabkan pipa tersebut pesok. Mesin hidrolis merupakan sebuah matras yang digunakan untuk melakukan pengelasan dan perakitan pada pipa agar terbentuk menjadi *frame*.



Gambar 4.9 Peta Kendali U pada Bulan September 2014 yang telah di perbaiki

Apabila perusahaan melakukan perbaikan proses produksi dengan penyebab dapat diperbaiki, dalam perbaikan tersebut akan menghasilkan titik produksi yang tidak keluar dari batas kendali (*out of control*) untuk menentukan kualitas standar pada bulan September 2014. Permisalan faktor-faktor penyebab tersebut telah normal, maka bisa dilakukan penghilangan pengamatan (*proses produksi*) yang diluar batas kendali (*out of control*). Berikut ini terlampir perbaikan yang telah dilakukan dengan cara menghilangkan pengamatan yang diluar batas kendali (Gambar 4.9).

Perhitungan manual berdasarkan 2.7, 2.8 dan 2.9 untuk mencari \bar{u} , BKA dan BKB pada Bulan September 2014 yang telah di perbaiki.

$$\bar{u} = \frac{2094}{7198}; \bar{u} = 0,290914$$

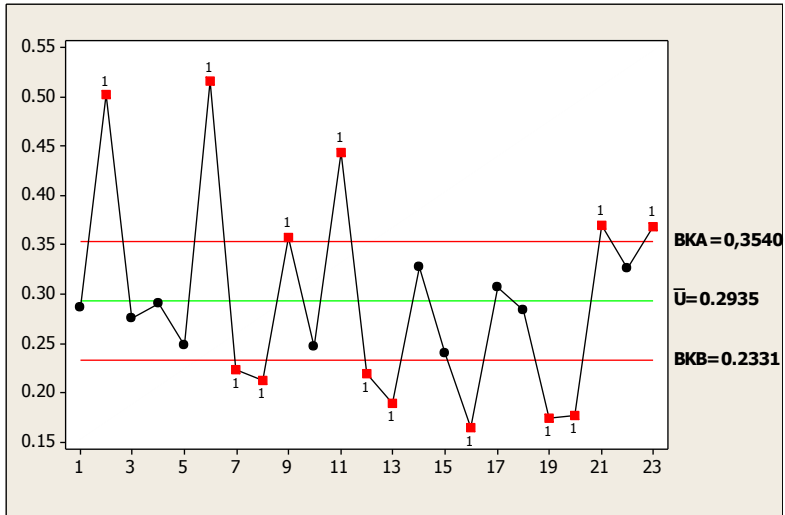
$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}}$$

$$BKA = 0,290914 + 3\sqrt{\frac{0,290914}{833}}; BKA = 0,34697$$

$$BKB = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}}$$

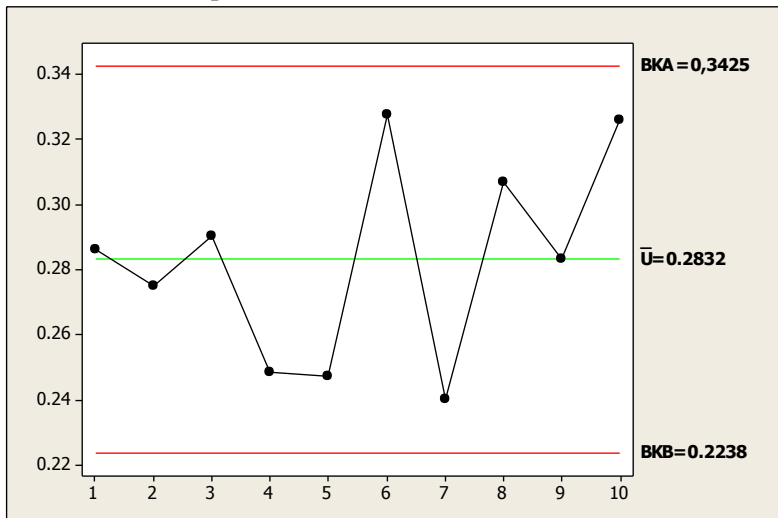
$$BKB = 0,29091 - 3\sqrt{\frac{0,29091}{833}}; BKB = 0,234851$$

Berikut ini merupakan hasil dari analisis pengendalian kualitas statistik dengan menggunakan peta kendali U untuk evaluasi proses berdasarkan N rata-rata bulan September 2014.



Gambar 4.10 Peta Kendali U Bulan September 2014 Berdasarkan N rata-rata

Gambar 4.10 menunjukkan hasil dari analisis kualitas statistik dengan menggunakan peta kendali U berdasarkan \bar{N} rata-rata. Terlihat bahwa proses pengelasan dan penyusunan *frame* dengan pipa jenis *alloy* pada Bulan September 2014 tidak terkendali secara statistik. Penyebabnya adalah pada proses produksi hari ke- 2,6,7,8,9,11,12,13,16,19,20,21, dan 23 keluar dari batas kendali (*out of control*). Dari hal itu perlu dilakukan perbaikan proses agar proses produksi pengelasan dan penyusunan *frame* dengan pipa jenis *alloy* terkendali secara statistik. Pada gambar 4.11 permisalan jika sudah dilakukan perbaikan untuk produksi yang normal (baik) dengan melakukan perbaikan yang telah dilakukan dengan cara menghilangkan pengamatan yang diluar batas kendali, namun masih ada yang keluar dari batas kendali. Sehingga dilakukan perbaikan lagi dan berikut hasil dari perbaikan (Gambar 4.11).



Gambar 4.11 Peta Kendali U Bulan September 2014 berdasarkan \bar{N} rata-rata yang telah terkendali

Perhitungan manual berdasarkan persamaan 2.7, 2.8 dan 2.9 untuk mencari \bar{u} , BKA dan BKB pada Bulan September 2014 berdasarkan N rata-rata.

$$\bar{u} = \frac{2049}{7235,65}; \bar{u} = 0,28318$$

$$BKA = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}}$$

$$BKA = 0,28318 + 3\sqrt{\frac{0,28318}{236}}; BKA = 0,3425$$

$$BKB = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_{akhir}}}$$

$$BKB = 0,2831 - 3\sqrt{\frac{0,28318}{236}}; BKB = 0,22383$$

Pada perhitungan dengan menggunakan peta kendali u berdasarkan jumlah sampel berbeda dengan peta kendali u berdasarkan sampel rata-rata, diketahui pada (gambar 4.1 dan 4.7) peta kendali dengan menggunakan jumlah sampel memiliki perbeda pada prosesnya, dan lebih baik dibandingkan pada proses peta kendali u (gambar 4.4 dan 4.10) dengan menggunakan n rata-rata. Sebab pada proses yang menggunakan jumlah sampel hanya satu kali proses iterasi, sedangkan untuk menggunakan n rata-rata dilakukan dua kali iterasi, sehingga itu yang membuat proses tidak terkendali.

4.2.3 Pengujian Pergeseran proses produksi pada O.14

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah terjadi pergeseran proses antara proses produksi rangka *frame* jenis *alloy* (O.14) pada bulan Agustus 2014 dan September 2015. Berikut hasil perhitungan pergeseran proses.

Hipotesis :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (Tidak ada pergeseran proses)

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ (Terdapat Pergeseran proses)

Statistika Uji pada persamaan 2.10

Tingkat Signifikansi : 5%

Sehingga perhitungannya sebagai berikut,

Diketahui bahwa nilai \bar{x} terdapat pada nilai \bar{u} pada peta kendali U yang telah terkendali untuk Bulan Agustus 2014 dan September 2014.

Nilai \bar{x}_1 (Bulan Agustus 2014) = 0,2891

Nilai \bar{x}_2 (Bulan September 2014) = 0,2909

Berdasarkan persamaan 2.10 dihasilkan,

$$z = \frac{|0,289 - 0,2909|}{\sqrt{\left(\frac{1824,9}{5}\right) + \left(\frac{2079,8}{10}\right)}} = 0,000082$$

Daerah kritis, $Z_{\alpha/2} = -1,96$ (distribusi normal dengan pengujian secara dua sisi)

Berdasarkan perhitungan pergeseran proses diatas dapat diketahui bahwa nilai $Z = -0,000082 > -1,96$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada penurunan yang signifikan antara jumlah rata-rata cacat pada Bulan Agustus 2014 dengan Bulan

September 2014. Sehingga batas peta kendali pada Bulan Agustus 2014 bisa digunakan pada Bulan September 2014.

4.2.4 Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses merupakan salah satu cara meningkatkan kualitas secara keseluruhan. Pada data proses pengelasan dan perakitan *Frame* dengan pipa jenis *alloy* memang benar-benar terkendali secara statistik, kesimpulan dapat dibuat terkait stabilitas proses dari waktu ke waktu melalui kapabilitas proses (Montgomery, 2005). Indeks kapabilitas proses dilakukan untuk mengetahui seberapa baik proses pengelasan dan perakitan *frame* dengan pipa jenis *alloy* untuk memberikan hasil produksi yang baik bagi konsumen. Berikut ini perhitungan hasil indeks kapabilitas proses.

- a. Perhitungan indeks kapabilitas proses Bulan Agustus 2014 (mengacu pada peta kendali U yang telah terkendali)

Diketahui nilai $\bar{u} = 0,2891$;

Sehingga,

$$\hat{p} = 1 - e^{-\bar{u}} = 1 - 0,7489 = 0,2510$$

Sehingga nilai \hat{p} ditransformasikan ke nilai Z dengan standar kualitas 3 sigma, maka perhitungan kapabilitas prosesnya,

$$\hat{p}_{pk} = \frac{Z(p')}{3}$$

$$\hat{p}_{pk} = \frac{z(0,2510)}{3} = 0.0233$$

- b. Perhitungan indeks kapabilitas proses bulan Agustus 2014 (mengacu pada peta kendali U berdasarkan N rata-rata yang telah terkendali)

Diketahui nilai $\bar{u} = 0,3381$;

Sehingga,

$$\hat{p} = 1 - e^{-\bar{u}} = 1 - 0,7131 = 0,2868$$

Sehingga nilai \hat{p} ditransformasikan ke nilai Z dengan standar kualitas 3 sigma, maka perhitungan kapabilitas prosesnya,

$$\hat{p}_{PK} \% = \frac{Z(p)}{3}$$

$$\hat{p}_{pk} \% = \frac{z(0,2868)}{3} = 0.02$$

- c. Perhitungan indek kapabilitas proses bulan September 2014
(mengacu pada peta kendali U yang telah terkendali)

Diketahui nilai $\bar{u} = 0,2909$;

Sehingga,

$$\hat{p} = 1 - e^{-\bar{u}} = 1 - 0,7475 = 0,25241$$

Sehingga nilai \hat{p} ditransformasikan ke nilai Z dengan standar kualitas 3 sigma, maka perhitungan kapabilitas prosesnya,

$$\hat{p}_{PK} \% = \frac{Z(p)}{3}$$

$$\hat{p}_{pk} \% = \frac{z(0,25241)}{3} = 0.0233$$

- d. Perhitungan indek kapabilitas proses bulan September 2014
(mengacu pada peta kendali U berdasarkan N rata-rata yang telah terkendali)

Diketahui nilai $\bar{u} = 0,2832$;

Sehingga,

$$\hat{p} = 1 - e^{-\bar{u}} = 1 - 0,75336 = 0,2466$$

Sehingga nilai \hat{p} ditransformasikan ke nilai Z dengan standar kualitas 3 sigma, maka perhitungan kapabilitas prosesnya,

$$\hat{p}_{PK} = \frac{Z(\hat{p})}{3}$$

$$\hat{p}_{pk} = \frac{z(0,2466)}{3} = 0.026$$

Tabel 4.6 hasil kapabilitas proses

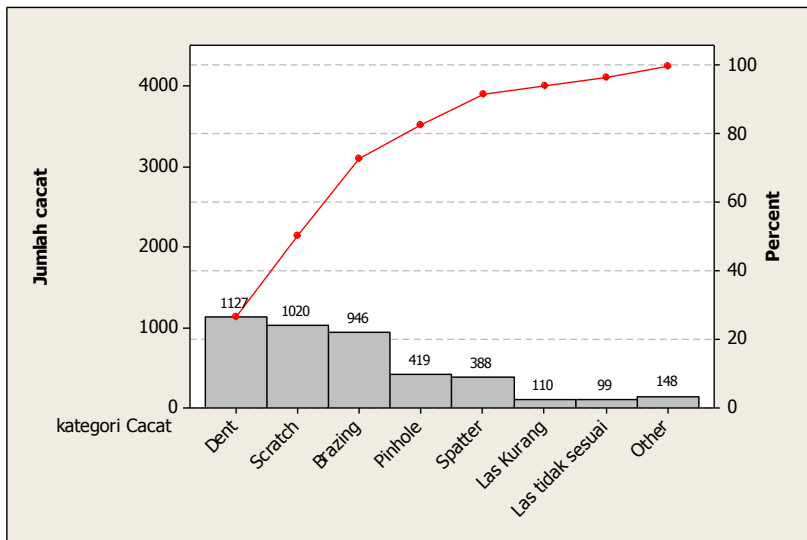
Bulan	\bar{u}	$P\%_{pk}$	dikatakan kapabel jika $P\%_{pk} > 1$	Keputusan
Agustus	0,2891	0.023		tidak kapabel
Agustus (berdasarkan N rata-rata)	0,3381	0.02		karena hasil
September	0,2909	0.023		perhitungan $P\%_{pk}$
September (berdasarkan N rata-rata)	0,2832	0.026		< 1

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa pengelasan dan penyusunan *frame* dengan pipa jenis *alloy* bulan Agustus dan September 2014 keseluruhannya tidak kapabel.

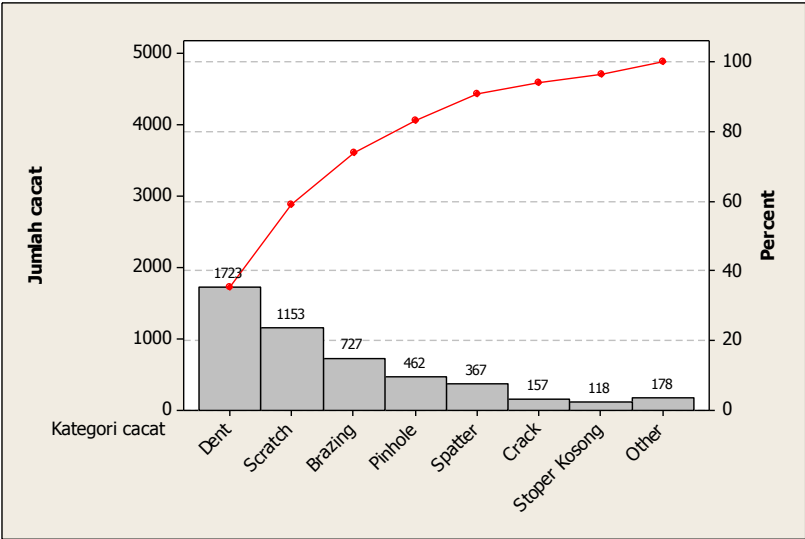
4.2.5 Diagram Pareto

Pada penelitian pengendalian kualitas pada proses produksi pengelasan dan perakitan *frame* dengan pipa jenis *alloy*, diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi masalah-masalah yang timbul atau ketidaksesuaian kualitas yang timbul dengan mengurutkan masalah yang berfrekuensi tinggi ke frekuensi lebih rendah. Dapat juga membantu menemukan permasalahan yang penting untuk diperbaiki (nilai yang tertinggi) sampai dengan permasalahan yang tidak harus diperbaiki (nilai yang paling rendah). Berikut ini merupakan hasil dari diagram tersebut.

Gambar 4.12 menunjukan bahwa terjadinya cacat paling banyak disebabkan oleh variabel Dent (pesok pada pipa) dengan jumlah cacat 1127 dan presentase sebesar 26,5 % dari variabel cacat keseluruhan. Sedangkan cacat paling rendah disebabkan oleh variabel lain-lain yang terdiri dari *Stopper* kosong, *Porosity* (Porosit) dan *Crack* (retak). Sedangkan Gambar 4.13 menunjukan bahwa terjadinya cacat paling banyak disebabkan oleh variabel Dent (pesok pada pipa) dengan jumlah cacat 1723 dan presentase sebesar 35,3 % dari variabel cacat keseluruhan. Sedangkan cacat paling rendah disebabkan oleh variabel lain-lain yang terdiri dari las kurang, las tidak standar, dan *Porosity* (Porosit).



Gambar 4.12 Diagram Pareto berdasarkan jumlah cacat bulan Agustus 2014



Gambar 4.13 Diagram Pareto berdasarkan jumlah cacat Bulan September 2014

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis dan pembahasan sekaligus yang merupakan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Kesimpulan pada proses *Incomming* adalah sebagai berikut.
 - a. Pada hasil statistika deskriptif didapatkan bahwa dari berat pipa bulan juli dan September. Untuk rata-rata berat pipa bulan Juli per unit adalah sebesar 2,65 sedangkan untuk bulan September sebesar 4,942. Dengan jumlah berat pipa bulan juli dan September adalah sebesar 68,897 dan 128,493. Pada nilai minimum berat pipa bulan Juli sebesar 1,303 dan bulan September sebesar 1,08.
 - b. Pada proses *incomming* (kedatangan pipa jenis *alloy*) bulan Juli dan September 2014 ada perbedaan kualitas berat pipa berdasarkan jenis pipa berbeda yang didatangkan dari pemasok atau tidak konsistennya antara berat pipa bulan Juli dan September 2014, sehingga disarankan untuk dilakukan evaluasi pada supplayter tersebut.
2. Kesimpulan pada proses pengelasan dan penyusunan rangka *frame* jenis *Alloy* adalah sebagai berikut.
 - a. Pada hasil analisis kapabilitas proses pada periode produksi pengelasan dan penyusunan rangka *frame* (*welding*) jenis *alloy* bulan Agustus dan Spetember 2014 keseluruhannya tidak kapabel, karena sebaran pengamatan diluar batas spesifikasi sehingga dapat dikatakan proses kurang baik.
 - b. Berdasarkan pengujian pergeseran proses produksi dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi penurunan rata-rata yang signifikan pada periode produksi pengelasan dan penyusunan rangka *frame* (*welding*) jenis *alloy* bulan Agustus dan September 2014, sehingga peta kendali pada bulan Agustus dapat digunakan digunakan pada bulan September 2014.

- c. Penyebab kecacatan yang paling banyak terjadi pada proses produksi pengelasan dan penyusunan rangka *frame* (welding) jenis *alloy* bulan Agustus dan September 2014 adalah *Dent* (pesok) dengan prosesntase tiap bulan adalah 26,5% dan 35,5

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah.

1. Perlu dilakukan evaluasi pada suplayer pipa yang mensuplai PT. Insera Sena
2. Untuk pihak PT. Insera Sena, perlu dilakukan pengontrolan dan perbaikan proses produksi rangka *frame* jenis *alloy* dengan dilakukan secara spesifik. Pada proses pengecekan kecacatan perlu juga dilakukan secara detail agar proses produksi tetap berjalan sesuai dengan target dan tidak adanya lagi kecacatan yang tidak teridentifikasi pada proses selanjutnya.
3. Perlu dilakukannya perubahan metode di PT. Insera Sena pada proses penyusunan rangka *frame* tersebut agar tidak terjadi jumlah cacat yang berlebih dari proses tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, Bab 2 : Data dan Analisa, [online], (<http://thesis.binus.ac.id/doc/Bab2/2007-3-00131-DS-Bab%202.pdf>, diakses tanggal 20 september 2014)
- Bhattacharya dan Johnson. 1977. *Statistical Concepts and Methods*. John Wiley and Son: Canada.
- Bothe R. Davis, (1997), *Measuring Process Capability*.
- Copyright, IneraSena, 2013, [online], (www.inerasena.co.id, diakses tanggal 20 september 2014)
- Gasperz, Vincent. 1991. *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan*. Bandung: Tarsito.
- Hary Rusli., 2010, Polygon : Sepeda Sidoarjo yang Go International, [online], (<http://indonesiaproud.wordpress.com/2010/10/01/polygon-sepeda-sidoarjo-yang-go-international/>, diakses tanggal 20 september 2014)
- Montgomery, D.C. 2005. *Introduction to Statistical Quality Control 5th Edition*. New York: John Wiley & Sons, inc.
- Morrison, D. F. (2005). *Multivariate Statistical Methods 2nd Edition*. New York: The Wharton School. University of Pennsylvania. McGraw Hill.
- Ronald E Walpole, (1995), *Pengantar Statistik*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sudjana, (1996). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.

(Halaman sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran A. Data incoming untuk pengolahan Anova (RBAL)

Jenis	Berat Per PCS			
	Juli	September	TOTAL	Rata-rata
A	1.304	1.08	2.384	1.192
	1.31	1.113	2.423	1.2115
B	1.627	1.375	3.002	1.501
	1.64	1.387	3.027	1.5135
C	2.66	1.628	4.288	2.144
	2.68	1.64	4.320	2.16
D	3.04	1.77	4.810	2.405
	3.065	1.87	4.935	2.4675
E	2.88	2.38	5.260	2.63
	2.9	2.42	5.320	2.66
F	3.557	3.215	6.772	3.386
	3.577	3.232	6.809	3.4045
G	3.751	3.335	7.086	3.543
	3.771	3.351	7.122	3.561
H	3.894	6.62	10.514	5.257
	3.914	6.64	10.554	5.277
I	4.106	6.98	11.086	5.543
	4.125	7	11.125	5.5625
J	1.303	9.6	10.903	5.4515
	1.316	9.637	10.953	5.4765
K	1.375	10.127	11.502	5.751
	1.387	10.161	11.548	5.774
L	1.627	4.106	5.733	2.8665
	1.64	4.126	5.766	2.883
M	3.216	11.825	15.041	7.5205
	3.232	11.875	15.107	7.5535
TOTAL	68.897	128.493	197.390	98.695
Rata Rata	2.650	4.942	98.695	3.7959615

Lampiran B. Output Minitab Deskriptif data Incomming (Berat pipa)

Descriptive Statistics: Berat Bulan Juli, Berat Bulan September

Variable	Mean	StDev	Variance	Sum
Minimum				
Maximum				
Berat Bulan Juli	2.650	1.044	1.090	68.897
1.303				
4.125				
Berat Bulan September	4.942	3.628	13.161	128.493
1.080				
11.875				

Lampiran C. Output SPSS dan Manual Pengujian Asumsi Residual IIDN

a. Uji residual identik (uji *Glejser*)

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Bulan, Jenis_alloy ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: RES_2

b. All requested variables entered.

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	21.720	2	10.860	21.676	.000 ^b
	Residual	24.550	49	.501		
	Total	46.271	51			

a. Dependent Variable: RES_2

b. Predictors: (Constant), Bulan, Jenis_alloy

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	.043	.357		.121	.905
1 Jenis_alloy	.510	.196	.271	2.600	.012
Bulan	.079	.013	.629	6.049	.000

a. Dependent Variable: RES_2

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	.6326	3.1222	1.8774	.65260	52
Residual	-1.44002	1.44630	.00000	.69381	52
Std. Predicted Value	-1.907	1.907	.000	1.000	52
Std. Residual	-2.034	2.043	.000	.980	52

a. Dependent Variable: RES_2

b. Uji Residual Independen (uji *Durbin-Watson*)

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Bulan, Jenis_alloy ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Berat

b. All requested variables entered.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.678 ^a	.459	.437	2.16444	.543

a. Predictors: (Constant), Bulan, Jenis_alloy

b. Dependent Variable: Berat

c. Uji residual berdistribusi normal (Uji *Kormogorov Smirnov*)

Data Berat	data urut	frekuensi	frekuensi kumulatif	s(x)	z	Fo	D
1.080	1.080	1	1	0.019231	-0.94131	0.173273	0.154042
1.113	1.113	1	2	0.038462	-0.92987	0.176218	0.137757
1.303	1.303	1	3	0.057692	-0.86402	0.193788	0.136096
1.304	1.304	1	4	0.076923	-0.86368	0.193883	0.11696
1.310	1.310	1	5	0.096154	-0.8616	0.194455	0.098301
1.316	1.316	1	6	0.115385	-0.85952	0.195028	0.079643
1.375	1.375	1	7	0.134615	-0.83907	0.200716	0.0661
1.375	1.375	1	8	0.153846	-0.83907	0.200716	0.046869
1.387	1.387	1	9	0.173077	-0.83491	0.201884	0.028808
1.387	1.387	1	10	0.192308	-0.83491	0.201884	0.009577
1.627	1.627	1	11	0.211538	-0.75173	0.226107	0.014569
1.627	1.627	1	12	0.230769	-0.75173	0.226107	0.004662
1.628	1.628	1	13	0.25	-0.75138	0.226211	0.023789
1.640	1.640	1	14	0.269231	-0.74722	0.227464	0.041766
1.640	1.640	1	15	0.288462	-0.74722	0.227464	0.060997
1.640	1.640	1	16	0.307692	-0.74722	0.227464	0.080228
1.770	1.770	1	17	0.326923	-0.70217	0.241287	0.085636
1.870	1.870	1	18	0.346154	-0.66751	0.252224	0.09393
2.380	2.380	1	19	0.365385	-0.49075	0.311801	0.053583
2.420	2.420	1	20	0.384615	-0.47689	0.316721	0.067894
2.660	2.660	1	21	0.403846	-0.39371	0.346899	0.056947
2.680	2.680	1	22	0.423077	-0.38678	0.349461	0.073616
2.880	2.880	1	23	0.442308	-0.31746	0.375448	0.06686
2.900	2.900	1	24	0.461538	-0.31053	0.37808	0.083458
3.040	3.040	1	25	0.480769	-0.262	0.396659	0.08411
3.065	3.065	1	26	0.5	-0.25334	0.400003	0.099997
3.215	3.215	1	27	0.519231	-0.20135	0.420212	0.099019
3.216	3.216	1	28	0.538462	-0.20101	0.420347	0.118115
3.232	3.232	1	29	0.557692	-0.19546	0.422516	0.135176
3.232	3.232	1	30	0.576923	-0.19546	0.422516	0.154407

3.335	3.335	1	31	0.596154	-0.15976	0.436534	0.15962
3.351	3.351	1	32	0.615385	-0.15422	0.438719	0.176665
3.557	3.557	1	33	0.634615	-0.08282	0.466997	0.167618
3.577	3.577	1	34	0.653846	-0.07589	0.469754	0.184092
3.751	3.751	1	35	0.673077	-0.01558	0.493784	0.179293
3.771	3.771	1	36	0.692308	-0.00865	0.496549	0.195759
3.894	3.894	1	37	0.711538	0.033979	0.513553	0.197986
3.914	3.914	1	38	0.730769	0.04091	0.516316	0.214453
4.106	4.106	1	39	0.75	0.107455	0.542786	0.207214
4.106	4.106	1	40	0.769231	0.107455	0.542786	0.226445
4.125	4.125	1	41	0.788462	0.11404	0.545397	0.243065
4.126	4.126	1	42	0.807692	0.114386	0.545534	0.262158
6.620	6.620	1	43	0.826923	0.978768	0.836153	0.00923
6.640	6.640	1	44	0.846154	0.9857	0.83786	0.008294
6.980	6.980	1	45	0.865385	1.103539	0.865103	0.000281
7.000	7.000	1	46	0.884615	1.110471	0.866602	0.018014
9.600	9.600	1	47	0.903846	2.011591	0.977868	0.074022
9.637	9.637	1	48	0.923077	2.024414	0.978536	0.055459
10.127	10.127	1	49	0.942308	2.194241	0.985891	0.043583
10.161	10.161	1	50	0.961538	2.206025	0.986309	0.02477
11.825	11.825	1	51	0.980769	2.782741	0.997305	0.016536
11.875	11.875	1	52	1	2.800071	0.997445	0.002555
3.796	Rata-rata					KS	0.262158
2.885	ndart Deviasi						

Lampiran D. Output Anova

General Linear Model: Respon versus Jenis Alloy, Bulan

Factor	Type	Levels	Values
Jenis Alloy	fixed	2	1, 2
Bulan	fixed	26	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26

Analysis of Variance for Respon, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Jenis Alloy	1	68.302	68.302	68.302	9.65	0.005
Bulan	25	179.243	179.243	7.170	1.01	0.488
Error	25	177.028	177.028	7.081		
Total	51	424.572				

S = 2.66104 R-Sq = 58.30% R-Sq(adj) = 14.94%

Lampiran E. Peta u bulan agustus 2014

No	Penelitian	Dent c1	Scratch c2	Spatter c3	Stoper kosong c4	Brazing c5	Pinhole c6	Las Kuran c7	Las tidak sesua c8	Porosity c9	Crack c10	Jumlah Cacat (c)	Total Check (n)
1	8/4/2014	15	10	3	0	4	17	3	0	0	0	52	279
2	8/5/2014	51	40	6	1	9	5	3	0	0	0	115	242
3	8/6/2014	108	95	35	12	35	29	4	0	0	0	318	879
4	8/7/2014	96	68	19	6	23	25	14	8	0	0	259	1074
5	8/8/2014	61	39	6	2	13	26	6	0	0	0	153	512
6	8/11/2014	52	45	18	4	21	23	4	3	0	0	170	709
7	8/12/2014	72	35	26	3	16	21	10	30	2	22	237	1267
8	8/13/2014	24	30	6	1	18	16	5	0	0	0	100	462
9	8/14/2014	71	84	28	9	29	20	12	4	0	0	257	801
10	8/15/2014	57	32	19	10	15	15	10	7	0	4	169	1008
11	8/18/2014	46	30	14	0	32	25	3	0	0	0	150	1116
12	8/19/2014	33	50	17	4	48	15	4	0	0	0	171	665
13	8/20/2014	53	37	23	0	46	23	0	0	0	0	182	540
14	8/21/2014	24	23	12	0	18	3	0	0	0	0	80	159
15	8/22/2014	80	71	21	7	115	38	5	4	0	0	341	831
16	8/25/2014	74	61	32	6	134	26	6	12	0	5	356	937
17	8/26/2014	42	69	24	2	116	31	7	22	0	0	313	686
18	8/29/2014	128	154	59	13	129	36	9	7	0	32	567	1515
19	8/30/2014	40	47	20	3	125	25	5	2	0	0	267	648
	TOTAL	1127	1020	388	83	946	419	110	99	2	63	4257	14330
	AVERAGE	59.316	53.684	20.421	4.368	49.789	22.053	5.789	5.211	0.105	3.316	224.053	754.211

No	Penelitian	Total Check (n)	Jumlah Cacat (c)	U	BKA	BKB
1	4-Aug-2014	279	52	0.18638	0.39496	0.19918
2	5-Aug-2014	242	115	0.47521	0.40218	0.19196
3	6-Aug-2014	879	318	0.36177	0.35222	0.24192
4	7-Aug-2014	1074	259	0.24115	0.34696	0.24718
5	8-Aug-2014	512	153	0.29883	0.36933	0.22481
6	11-Aug-2014	709	170	0.23977	0.35848	0.23566
7	12-Aug-2014	1267	237	0.18706	0.34301	0.25113
8	13-Aug-2014	462	100	0.21645	0.37314	0.22100
9	14-Aug-2014	801	257	0.32085	0.35484	0.23929
10	15-Aug-2014	1008	169	0.16766	0.34857	0.24557
11	18-Aug-2014	1116	150	0.13441	0.34602	0.24812
12	19-Aug-2014	665	171	0.25714	0.36048	0.23366
13	20-Aug-2014	540	182	0.33704	0.36743	0.22670
14	21-Aug-2014	159	80	0.50314	0.42674	0.16740
15	22-Aug-2014	831	341	0.41035	0.35379	0.24035
16	25-Aug-2014	937	356	0.37994	0.35049	0.24365
17	26-Aug-2014	686	313	0.45627	0.35950	0.23464
18	29-Aug-2014	1515	567	0.37426	0.33908	0.25506
19	30-Aug-2014	648	267	0.41204	0.36130	0.23284
		Jumlah	Jumlah	Ubar	Rata2	Rata2
		14330	4257	0.29707	0.36361	0.23053
		Rata2	Rata2			
		754.211	224.053	0.31367		

Perbaikan					
No.	n1	c1	U	UCL	LCL
5	512	153	0.298828125	0.360413	0.217833
6	709	170	0.23977433	0.349704	0.228542
9	801	257	0.320848939	0.346119	0.232127
12	665	171	0.257142857	0.351677	0.22657
3	540	182	0.337037037	0.35854	0.219706
	Jumlah	Jumlah	Ubar		
	3227	933	0.289123024		
	rata-rata	186.6			

Peta U berdasarkan n rata2					
No.	Jumlah cacat (c)	n Rata-rata	U	UCL	LCL
1	52	754.2105	0.068946	0.356608	0.23753
2	115	754.2105	0.152477	0.356608	0.23753
3	318	754.2105	0.421633	0.356608	0.23753
4	259	754.2105	0.343405	0.356608	0.23753
5	153	754.2105	0.202861	0.356608	0.23753
6	170	754.2105	0.225401	0.356608	0.23753
7	237	754.2105	0.314236	0.356608	0.23753
8	100	754.2105	0.132589	0.356608	0.23753
9	257	754.2105	0.340754	0.356608	0.23753
10	169	754.2105	0.224075	0.356608	0.23753
11	150	754.2105	0.198883	0.356608	0.23753
12	171	754.2105	0.226727	0.356608	0.23753
13	182	754.2105	0.241312	0.356608	0.23753
14	80	754.2105	0.106071	0.356608	0.23753
15	341	754.2105	0.452128	0.356608	0.23753
16	356	754.2105	0.472017	0.356608	0.23753
17	313	754.2105	0.415003	0.356608	0.23753
18	567	754.2105	0.751779	0.356608	0.23753
19	267	754.2105	0.354013	0.356608	0.23753
Jumlah		Jumlah	Ubar		
4257		14330.0000	0.29707		

Perbaikan pertama					
No.	C1	N rata-rata	U	UCL	LCL
4	259	754.2105	0.343405	0.380417	0.257071
7	237	754.2105	0.314236	0.380417	0.257071
9	257	754.2105	0.340754	0.380417	0.257071
13	182	754.2105	0.241312	0.380417	0.257071
19	267	754.2105	0.354013	0.380417	0.257071
jumlah		jumlah	Ubar		
1202		3771.052632	0.318744		

Perbaikan terakhir					
No.	C2	N rata2 ca	U	UCL	LCL
4	259	754.2105	0.343405	0.40162	0.274584
7	237	754.2105	0.314236	0.40162	0.274584
9	257	754.2105	0.340754	0.40162	0.274584
19	267	754.2105	0.354013	0.40162	0.274584
	jumlah	jumlah	Ubar		
	1020	3016.842	0.338102		

Lampiran F. Peta u bulan September 2014

No	Penelitian	Dent c1	Scratch c2	Spatter c3	Stoper kosong c4	Brazing c5	Pinhole c6	Las Kurang c7	Las tidak sesuai c8	Porosity c9	Crack c10	TOTAL Cacat (Bulan) (c)	TOTAL Check (n)
1	9/1/2014	104	33	6	6	39	16	3	0	0	0	207	529
2	9/2/2014	183	85	18	10	51	10	6	0	0	0	363	921
3	9/3/2014	49	49	22	9	57	12	1	0	0	0	199	810
4	9/4/2014	61	37	22	3	29	36	5	7	0	10	210	590
5	9/5/2014	49	50	14	9	22	25	6	5	0	0	180	699
6	9/8/2014	197	64	21	8	51	19	10	3	0	0	373	913
7	9/9/2014	47	52	17	7	19	17	3	0	0	0	162	610
8	9/10/2014	38	38	12	4	45	13	2	2	0	0	154	453
9	9/11/2014	102	39	30	24	43	15	3	3	0	0	259	754
10	9/12/2014	50	63	23	6	28	5	4	0	0	0	179	926
11	9/13/2014	167	67	16	7	47	13	4	0	0	0	321	820
12	9/15/2014	46	68	6	0	22	7	3	7	0	0	159	655
13	9/16/2014	55	40	13	1	19	9	0	0	0	0	137	349
14	9/17/2014	76	62	14	4	29	33	4	5	0	10	237	597
15	9/18/2014	43	67	14	3	27	16	4	0	0	0	174	924
16	9/19/2014	37	18	9	7	25	10	4	9	0	0	119	1023
17	9/22/2014	43	50	14	3	47	23	3	14	0	25	222	612
18	9/23/2014	81	25	8	2	29	20	5	0	0	35	205	461
19	9/24/2014	20	47	8	1	22	11	7	0	0	10	126	996
20	9/25/2014	52	46	8	3	15	3	1	0	0	0	128	373
21	9/26/2014	98	57	23	1	18	23	8	9	0	31	268	1023
22	9/29/2014	45	32	15	0	22	88	6	5	0	23	236	771
23	9/30/2014	80	64	34	0	21	38	3	14	0	13	267	833
	TOTAL	1723	1153	367	118	727	462	95	83	0	147	4885	16642
	AVERAGE	74.913	50.130	15.957	5.130	31.609	20.087	4.130	3.609	0.000	6.826	212.391	723.565

No	Penelitian	TOTAL Check (n)	TOTAL Cacat (Bulan) (c)			
				U	BKA	BKB
1	1-Sep-2014	529	207	0.39130	0.36420	0.22287
2	2-Sep-2014	921	363	0.39414	0.34709	0.23998
3	3-Sep-2014	810	199	0.24568	0.35064	0.23642
4	4-Sep-2014	590	210	0.35593	0.36045	0.22662
5	5-Sep-2014	699	180	0.25751	0.35501	0.23206
6	8-Sep-2014	913	373	0.40854	0.34733	0.23974
7	9-Sep-2014	610	162	0.26557	0.35934	0.22773
8	10-Sep-2014	453	154	0.33996	0.36990	0.21717
9	11-Sep-2014	754	259	0.34350	0.35273	0.23434
10	12-Sep-2014	926	179	0.19330	0.34695	0.24012
11	13-Sep-2014	820	321	0.39146	0.35029	0.23677
12	15-Sep-2014	655	159	0.24275	0.35704	0.23003
13	16-Sep-2014	349	137	0.39255	0.38054	0.20653
14	17-Sep-2014	597	237	0.39698	0.36006	0.22701
15	18-Sep-2014	924	174	0.18831	0.34700	0.24006
16	19-Sep-2014	1023	119	0.11632	0.34435	0.24272
17	22-Sep-2014	612	222	0.36275	0.35924	0.22783
18	23-Sep-2014	461	205	0.44469	0.36924	0.21783
19	24-Sep-2014	996	126	0.12651	0.34504	0.24203
20	25-Sep-2014	373	128	0.34316	0.37769	0.20938
21	26-Sep-2014	1023	268	0.26197	0.34435	0.24272
22	29-Sep-2014	771	236	0.30610	0.35207	0.23500
23	30-Sep-2014	833	267	0.32053	0.34985	0.23722
		Jumlah	Jumlah	Ubar	rata2	Rata2
		16642	4885	0.29353	0.35610	0.23096
		Rata2	Rata2			
		723.56522	212.39130			

Peta U berdasarkan n rata-rata					
	Jumlah cacat (c)	n rata-rata	U	BKA	BKB
1	207	723.5652174	0.286083	0.353959	0.23311
2	363	723.5652174	0.501682	0.353959	0.23311
3	199	723.5652174	0.275027	0.353959	0.23311
4	210	723.5652174	0.29023	0.353959	0.23311
5	180	723.5652174	0.248768	0.353959	0.23311
6	373	723.5652174	0.515503	0.353959	0.23311
7	162	723.5652174	0.223891	0.353959	0.23311
8	154	723.5652174	0.212835	0.353959	0.23311
9	259	723.5652174	0.35795	0.353959	0.23311
10	179	723.5652174	0.247386	0.353959	0.23311
11	321	723.5652174	0.443637	0.353959	0.23311
12	159	723.5652174	0.219745	0.353959	0.23311
13	137	723.5652174	0.18934	0.353959	0.23311
14	237	723.5652174	0.327545	0.353959	0.23311
15	174	723.5652174	0.240476	0.353959	0.23311
16	119	723.5652174	0.164463	0.353959	0.23311
17	222	723.5652174	0.306814	0.353959	0.23311
18	205	723.5652174	0.283319	0.353959	0.23311
19	126	723.5652174	0.174138	0.353959	0.23311
20	128	723.5652174	0.176902	0.353959	0.23311
21	268	723.5652174	0.370388	0.353959	0.23311
22	236	723.5652174	0.326163	0.353959	0.23311
23	267	723.5652174	0.369006	0.353959	0.23311
	Jumlah	Jumlah	Ubar		
	4885	16642	0.29353		

Perbaikan					
No.	nl	cl	U	BKA	BKB
3	810	199	0.245679	0.347768	0.23406
4	590	210	0.355932	0.35753	0.224298
5	699	180	0.257511	0.352116	0.229712
7	610	162	0.265574	0.356429	0.225399
8	453	154	0.339956	0.366939	0.214889
9	754	259	0.343501	0.349842	0.231987
12	655	159	0.242748	0.354138	0.22769
21	1023	268	0.261975	0.341504	0.240324
22	771	236	0.306096	0.349188	0.23264
23	833	267	0.320528	0.346978	0.234851
	Jumlah	Jumlah	Ubar		
	7198	2094	0.29091		
		209.4			

No.	C_rata2_revisi	N_rata2_revisi	U	BKA	BKB
1	207	723.5652174	0.286083	0.34253	0.223832
3	199	723.5652174	0.275027	0.34253	0.223832
4	210	723.5652174	0.29023	0.34253	0.223832
5	180	723.5652174	0.248768	0.34253	0.223832
10	179	723.5652174	0.247386	0.34253	0.223832
14	237	723.5652174	0.327545	0.34253	0.223832
15	174	723.5652174	0.240476	0.34253	0.223832
17	222	723.5652174	0.306814	0.34253	0.223832
18	205	723.5652174	0.283319	0.34253	0.223832
22	236	723.5652174	0.326163	0.34253	0.223832
	jumlah	jumlah	Ubar		
	2049	7235.652174	0.283181		

(Halaman sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Ivan Dian Pratama lahir di Surabaya pada 20 April 1991. Putra pertama dari Bapak Didik Heri Kusnadi ini banyak memiliki kesukaan, diantaranya adalah olahraga Futsal, Fitnes dan Traveling. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Pucang 2 sidoarjo, SMPN 3 Sidoarjo dan SMA Muhammadiyah 2 Sidoarjo. Penulis ini melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi yaitu di jurusan Statistika ITS tingkat Diploma III melalui tes dan setelah lulus pada tahun 2012, dilanjutkan ke jenjang Sarjana 1 dengan melalui program Lintas Jalur ITS. Semasa perkuliahan, penulis mengikuti

kegiatan kemahasiswaan seperti OC mahasiswa baru periode 2010-2011, Instruktur BCS untuk Mahasiswa baru pada periode 2011-2012, dan menjabat kepanitiaan serta menjadi anggota pada UKM Sepak bola ITS pada periode 2010-2011. Prestasi yang pernah diraih oleh penulis adalah ada dibidang akademik dan non akademik, dimana prestasi akademik saat menjadi lulusan terbaik pada pendidikan di SMA dan untuk non akademik juara 3 bersama pada Kompetisi futsal KITFUTSALISMO bersama club bernama Baskhara Futsal Surabaya pada tahun 2013.

Untuk berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir, hubungi penulis melalui:

Email : ivandianpratama@gmail.com

No hp : 08563047782 (WA/LINE)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)